

MIKROSKOPISCHE ANATOMIE DER WIRBELTIERE

IN EINZELDARSTELLUNGEN

Von

RUDOLF KRAUSE
A. O. PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

I.

SÄUGETIERE

MIT 75 ORIGINALABBILDUNGEN IM TEXT



BERLIN UND LEIPZIG 1921
VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER
WALTER DE GRUYTER & CO.
VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG :: J. GUTTENTAG, VERLAGS-BUCHHANDLUNG :: GEORG REIMER :: KARL J. TRÜBNER :: VEIT & COMP.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Vorwort.

So außerordentlich groß die Zahl der Spezialarbeiten auf dem Gebiet der mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere ist, so arm ist andererseits unsere wissenschaftliche Literatur an Werken, die das Gesamtgebiet jener Disziplin umfassen. Vor allem fehlt es meines Erachtens an einer nicht kompilatorischen, durchaus auf eigene Untersuchungen gegründeten Darstellung, welche nicht nur den Bedürfnissen des Studierenden der Medizin und der Naturwissenschaften genügt, sondern darüber hinaus sich auch dem Biologen, Physiologen und Bakteriologen bei seinen Arbeiten brauchbar erweist.

Diesen Forderungen versucht das vorliegende Werk Rechnung zu tragen. Es sieht ab von jeder lehrbuchmäßigen Behandlung des Stoffes und will nur das Tatsachenmaterial auf Grund eigenen Studiums des mikroskopischen Präparates schildern. Entsprechend den ausschließlich praktischen Zwecken hat auch die Technik weitgehende Berücksichtigung erfahren, aber nur insofern sie den speziellen Fall betrifft, während die allgemeinen Grundzüge der mikroskopischen Technik beim Leser als bekannt vorausgesetzt werden.

Das ganze Werk umfaßt vier Abteilungen, die sämtlich in Text und Abbildungen druckfertig vorliegen. Sie behandeln die Säugetiere, die Vögel und Reptilien, die Amphibien und schließlich die Fische, Zyklostomen und Leptokardier. Als Vertreter der einzelnen Klassen wurden gewählt das Kaninchen, die Taube, die Zauneidechse, der Frosch, der Hecht und der Zitterrochen, das Flußneunauge und das Lanzettfischchen. Von jedem dieser Tiere werden sämtliche Organe in Wort und Bild ausschließlich nach eigenen Untersuchungen geschildert. Jeder Abteilung ist eine kurze Charakteristik der betreffenden Klasse bzw. Ordnung vorangestellt.

Wenn sich auch die Darstellung im wesentlichen auf den mikroskopischen Bau der Organe beschränkt, so schien es mir doch empfehlenswert auch die makroskopischen Verhältnisse nicht ganz außer acht zu lassen, angesichts der Tatsache, daß es vielfach außerordentlich schwer ist, in den landläufigen Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie und Kursen der Zootomie über diese Verhältnisse hinreichend Auskunft zu erlangen.

Die größte Sorgfalt wurde auf die Herstellung möglichst naturgetreuer Abbildungen verwendet. An Stelle der meist doch nur recht unzuverlässigen Angaben der Vergrößerung habe ich jeder Abbildung einen Maßstab beigefügt, der genau in der Vergrößerung der Originalzeichnung gehalten ist, so daß

jeder beliebige Teil des Präparates mittels des Zirkels in seinen wirklichen Größenverhältnissen auszumessen ist.

Wie so manchem seiner Genossen so hat auch dem vorliegenden Werk der Weltkrieg arg mitgespielt. Es lag bereits zu Anfang des Jahres 1917 druckfertig vor, die Drucklegung mußte aber der widrigen Verhältnisse wegen bislang immer wieder verschoben werden. Dafür, daß sie jetzt endlich trotz der hohen Gestellungskosten tatkräftig in Angriff genommen wurde, bin ich meinem Verleger zu großem Danke verpflichtet. Die Herstellung der Abbildungen hat in mustergültiger Weise die Kunstanstalt von Gebrüder Dietrich in Leipzig durchgeführt. Der Druck rührt von Metzger & Wittig in Leipzig her. Beiden sei an dieser Stelle mein wärmster Dank zum Ausdruck gebracht.

Berlin im Sommer 1921.

Rudolf Krause.

Inhaltsangabe.

Säugetiere.

Der meist ziemlich gedrungene Körper läuft kaudalwärts in einen verschieden langen Schwanz aus und setzt sich vom Kopfe stets durch einen dünneren Hals ab. Vier Extremitäten dienen zum Laufen und Klettern; ihre Endglieder sind entweder mit Nägeln und Krallen oder mit Hufen versehen. Hinterextremitäten fehlen nur den Sirenia, Denticeta und Mysticeta, die Vorderextremitäten sind hier wie bei den Pinnipedien alle vier in Ruderflossen umgewandelt. Bei Primaten und Prosimiern sind die vorderen Extremitäten mit Greifhänden versehen. Skelett stets vollkommen knöchern. Die Wirbelsäule besteht aus 7—9 Halswirbeln, 12—24 Brustwirbeln, 5—9 Lendenwirbeln, 2 bis 9 Kreuzbeinwirbeln und 4—46 Schwanzwirbeln. Jeder Brustwirbel verbindet sich mit einer Rippe, von denen meist der größere Teil (echte Rippen) durch knorpelige Zwischenstücke am Brustbein inseriert, während der kleinere Teil (falsche Rippen) frei in der Brustwand endet. Die Knochen des Beckengürtels Ileum, Ischium und Pubis verwachsen mit geringen Ausnahmen frühzeitig zu einem durch die mediane Symphyse des Pubis geschlossenen Becken, das sich mit ein oder zwei echten, zu einem Sakrum verschmolzenen Sakralwirbeln verbindet. Fehlen die Hintergliedmaßen, so ist auch das Becken rudimentär. An der Hinterextremität ist die Tibia stets stärker, als die Fibula. Dem Kniegelenk ist ventral ein Sesambein, die Patella, angegliedert. Das Fußgelenk besteht aus zwei Knochenreihen, zwischen die medial das Zentrale eingefügt ist. Die fünf Zehen können weitgehende Reduktion erfahren. Von den Knochen des Schultergürtels ist die Skapula stets vorhanden, die Klavikula häufig rudimentär oder ganz fehlend und das Korakoid zu einem kurzen Fortsatz der Skapula umgewandelt. Nur bei den Monotremen bildet es einen besonderen Knochen. Von den Knochen der vorderen Extremität sind Radius und Ulna meist beweglich miteinander verbunden und artikulieren mit den in zwei Reihen angeordneten Knochen der Handwurzel, der am lateralen Rande das Pisiforme, ein Sesamknochen, angegliedert ist. Von den fünf Fingern können einzelne weitgehende Reduktion erfahren. Die Knochen des Schädels sind meist durch Nähte getrennt. Die Schädelform wird in hohem Grade durch die Entwicklung des Gehirns und die Ausbildung der Zähne beeinflußt. Die Schädelhöhle grenzt rostral direkt an die Nasenhöhle. Das Okzipitale trägt zwei Gelenkhöcker zur Artikulation mit dem ersten Halswirbel. Maxillare und Prämaxillare sind unbeweglich mit dem Schädel verbunden. Das Quadratum fehlt bzw. tritt als Ambos, wie das Hyomandibulare als Stapes und das Artikulare als Hammer in den Dienst des Gehörapparats. Der Unterkiefer besteht jederseits aus einem

Knochen, die rostral entweder knöchern oder bindegewebig vereinigt sind und kaudal mit dem Squamosum artikulieren. Dorsal vom Kiefergelenk geht vom Squamosum der Proc. zygomaticus aus und verbindet sich mit dem Proc. temporalis des Zygomatikums zu einer knöchernen Brücke, dem Jochbogen. Der Vomer wird zu einem unpaaren Knochen.

Die Haut der Säugetiere trägt als charakteristische Horngebilde die Haare, welche den größten Teil der Körperoberfläche bedecken. Hautschuppen finden sich bei manchen Bradytherien. Die Haut besitzt Schweißdrüsen und Talgdrüsen. Zu den ersteren gehören auch die auf der Ventralfläche des Körpers auftretenden Milchdrüsen. Sie liefern die zur Ernährung der Jungen dienende Milch.

An den nur bei wenigen Formen infolge ihrer Lebensweise rückgebildeten Augen ist die Sklera stets rein bindegewebig, die Linse bikonvex. Von drei Augenlidern ist die Nickhaut nicht selten rudimentär. Im inneren Ohr rollt sich der Ductus cochlearis zu einer oder mehreren Schneckenwindungen auf. Die Lagena verkümmert. Im Mittelohr wird die Schalleitung durch eine Kette von drei gelenkig miteinander verbundenen Knöchelchen bewirkt. Stets ist ein äußerer Gehörgang vorhanden, der an seinem freien Ende als Schalltrichter die Ohrmuschel trägt. Die innere Oberfläche der paarigen Nasenhöhle erfährt durch eingerollte, von der Lateralwand ausgehende und durch Knochenlamellen gestützte Nasenmuscheln eine bedeutende Vergrößerung und treibt seitliche Ausstülpungen in die umgebenden Knochen.

Die Mundhöhle wird von der Nasenhöhle durch den knöchernen Gaumen getrennt. Seine Fortsetzung bildet das muskulöse Gaumensegel, das frei in die Mundhöhle herunterhängt und sie von der Rachenhöhle trennt, in deren dorsalen Abschnitt die Nasenhöhle mit den Choanen ausmündet. Die bei allen Säugetieren in für jede Familie charakteristischer Zahl vorhandenen Zähne sind im Ober-, Zwischen- und Unterkiefer in besonderen Vertiefungen, Alveolen, eingepflanzt und werden während des ganzen Lebens nur einmal gewechselt. Speicheldrüsen sind stets vorhanden. Der Magen ist entweder ein einfacher muskulöser oder durch Einschnürungen in verschiedene Abteilungen zerfallender Sack. Er setzt sich scharf von der Speiseröhre und dem Darm ab und enthält in seiner Schleimhaut zweierlei Drüsen, Fundus- und Pylorusdrüsen. Am Darm tritt immer nur ein, häufig rudimentärer Blinddarm auf. Eine Kloake als gemeinsamer Endraum für die Ausmündung des Enddarms und der Harn- und Geschlechtsorgane findet sich nur bei Monotremen und einigen Marsupialiern, bei allen übrigen Säugetieren mündet der Enddarm im After, die Harn- und Geschlechtsorgane im Sinus urogenitalis. Beide sind getrennt durch den Damm. Leber und Pankreas stets vorhanden, Gallenblase fehlt nur sehr selten.

Der mit Stimmbändern versehene Kehlkopf kann durch einen beweglichen Kehldeckel geschlossen werden und setzt sich in die Luftröhre fort, die sich an ihrem Ende in die beiden Bronchien gabelt. Die letzteren verzweigen sich innerhalb der paarigen Lunge zu dem Bronchialbaum. Brust- und Bauchhöhle werden durch das muskulöse Zwerchfell vollkommen geschieden. Ihm fällt die Hauptaufgabe bei der Atmung zu.

Von der paarigen Niere führen die beiden Harnleiter in die stets vorhandene Harnblase, die sich durch die Harnröhre in den Sinus urogenitalis öffnet.

Die Hoden wandern bei den meisten Säugetieren aus der eigentlichen Bauchhöhle in besondere, bruchsackartige Ausstülpungen und kommen in einen Hodensack zu liegen. Als Begattungsorgan findet sich beim männlichen Geschlecht ein Penis, auf dessen Spitze sich, mit Ausnahme der Monotremen, der Sinus urogenitalis öffnet. Die stets paarigen Ovarien liegen in der Bauchhöhle. Die Eileiter münden nur bei den Monotremen getrennt in den Sinus urogenitalis, bei allen übrigen Säugetieren verschmelzen ihre kaudalen Enden mehr oder weniger weit und gliedern sich in die stets unpaare Scheide, den häufig noch paarigen Uterus und die stets paarigen Eileiter. Mit Ausnahme der eierlegenden Monotremen sind alle Säugetiere lebendig gebärend. Bei den Marsupialiern machen die auf frühen Entwicklungsstadien geborenen Jungen ihre Entwicklung in einer besonderen, das Mammarfeld umschließenden Hauttasche durch. Bei den übrigen Säugetieren erfolgt die Entwicklung der Jungen im Uterus, in dem sich zu ihrer Ernährung aus der Uterusschleimhaut eine Plazenta ausbildet.

Die Körpertemperatur der Säugetiere ist konstant (37—40°). Ihre Erythrozyten sind kernlose, in der überwiegenden Mehrzahl kreisrunde Scheiben. Das Herz hat zwei vollkommen getrennte Kammern und Vorkammern, so daß arterielles und venöses Blut streng voneinander gesondert sind. Der rechte embryonale Aortenbogen wird zurückgebildet, der linke liefert die Aorta.

Lepus cuniculus.

Als Vertreter der Säugetiere wählen wir das Kaninchen, Lepus cuniculus aus der Unterklasse der Plazentalier, der Ordnung der Rodentien und der Unterordnung der Lagomorphen. Die Rodentien oder Nagetiere zeichnen sich dadurch aus, daß ein Schneidezahn jederseits in einen langen, meiselartigen, nur an der Vorderseite mit Schmelz überzogenen Nagezahn umgewandelt ist. Während die große Mehrzahl der Nager nur einen solchen Nagezahn besitzt, findet sich bei den Lagomorphen noch ein zweiter kleinerer Nagezahn. Die Eckzähne fehlen, so daß zwischen den Nagezähnen und den Prämolaren eine große Lücke klafft. Die Zahnformel für das Kaninchen ist $\frac{2}{1}\frac{3}{2}\frac{3}{3}$.

Unser zahmes Kaninchen ist eine Abart des wilden Kaninchens und wird in verschiedenen Rassen, vor allem in Westeuropa (Belgien und Frankreich) seines wohlschmeckenden Fleisches wegen gezüchtet. Sein relativ geringer Preis bei erheblicher Körpergröße, seine außerordentlich große Fruchtbarkeit und eine gewisse Indolenz gegen operative Eingriffe haben das Kaninchen zu dem Lieblingstier physiologischer Laboratorien gemacht. Die beiden Geschlechter sind leicht äußerlich an den Genitalien zu erkennen.

Zur Tötung des Tieres benutzt man am besten Chloroform, indem man es in ein passendes, mit Deckel verschlossenes Glasgefäß setzt und einen mit Chloroform getränkten Wattebausch hineingibt. Will man das Tier nur vorübergehend narkotisieren, so hält man ihm ein mit Äther getränktes Tuch vor (es gibt auch besondere Narkosemasken) so lange, bis es reaktionslos geworden ist. Auch durch subkutane oder besser abdominelle Injektion von 2 ccm einer 50%igen Chloralhydratlösung erzielt man eine längerdauernde ruhige Narkose. Kommt es nicht auf die Erhaltung des Gehirns an, so ist das Tier sehr bequem durch Nackenstich zu töten. Der Kopf des von dem Diener an den Extremitäten gehaltenen Tieres wird mit der linken Hand gefaßt und stark gebeugt. Dadurch spannt sich die Kapsel des Atlantookzipitalgelenks und ist deutlich

zu fühlen. Durch sie wird das spitze Blatt einer kräftigen Schere in die Medulla oblongata eingeführt, was den sofortigen Tod des Tieres zur Folge hat. Roh und wenig zu empfehlen ist der noch vielgeübte Genickschlag.

Sehr leicht sind Totalinjektionen des Tieres auszuführen. Dem durch Chloroform getöteten und in Rückenlage aufgebundenen Tier wird die Brust- und Bauchhaut durch einen langen Medianschnitt gespalten und am Thorax seitlich abpräpariert. Dann faßt man den Proc. xiphoideus, umschneidet ihn und entfernt das Brustbein durch zwei an seinem lateralen Rande geführte, die Rippenknorpel durchtrennende Scherenschnitte. Werden nun die beiden Thoraxhälften auseinandergezogen, so liegt das vom Herzbeutel umschlossene Herz frei. Nachdem der erstere gespalten ist, wird ein Seidenfaden mittels einer krummen Pinzette oder eines Arterienhakens um die aus der Herzbasis unmittelbar hinter der A. pulmonalis hervortretende Aorta herumgeführt und zur lockeren Schlinge geschürzt. Nun wird der linke Ventrikel durch Abschneiden der Herzspitze eröffnet, das hervortretende Blut gut abgetupft und durch den Ventrikel hindurch eine mit Schlauch und Klemme montierte und mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllte Kanüle in die Aorta eingeführt und eingebunden. Will man nur die vordere Körperhälfte injizieren, so unterbindet man die auf der linken Seite herabsteigende Aorta descendens unter dem Herzen, soll nur die hintere Körperhälfte injiziert werden, so muß auf der rechten Seite der Truncus anonymus, auf der linken Seite die A. subclavia abgebunden werden.'

Injektionen mit erstarrenden Leimmassen können sofort nach der Tötung ausgeführt werden auch ohne künstliche Erwärmung. Eine prallere Füllung des Gefäßsystems erreicht man allerdings, wenn man das Tier nach dem Verbluten und der Einführung der mit Injektionsmasse gefüllten Kanüle erst 24 Stunden an einem kühlen Ort liegen läßt und es dann in einem Wasserbad von 40° anwärmt.

Physiologische Injektionen am lebenden Tier können, wenn es sich nur um Einführung geringerer Flüssigkeitsmengen handelt, ohne jede Narkose von der V. auricularis posterior ausgeführt werden in folgender Weise. Ein Diener klemmt den Körper des Tieres zwischen seine Schenkel und reibt ein Ohr kräftig mit einem mit recht warmem Wasser getränkten Wattebausch. Wird dann die Ohrmuschel an ihrer Basis leicht komprimiert, so springt auf ihrer konkaven Fläche die kräftige Vene stark hervor. Man geht mit der scharfschneidenden Kanüle in die Vene ein, wartet bis das Blut in die Spritze hineinstaut und injiziert dann.

Umfangreichere physiologische Injektionen werden von der V. jugularis externa oder von der V. femoralis ausgeführt. Zur Freilegung der ersteren wird in der Medianlinie des Halses von dem leicht zu fühlenden kaudalen Kehlkopfende aus ein etwa 3 cm langer Schnitt durch Haut und oberflächliche Halsfaszie angelegt, so daß die Trachea freiliegt. Zieht man dann die Wunde nach einer Seite hinüber, so erscheint am medialen Rand des M. sternomastoideus die ganz oberflächlich gelegene Vene. Nachdem sie mittels zweier Pinzetten auf eine Strecke von 1—2cm von dem umgebenden Bindegewebe isoliert ist, wird an beiden Enden je ein Faden umgelegt. Rostral wird das Gefäß unterbunden, kaudal wird der Faden nur zur lockeren Schlinge geschürzt und von dem Assistenten leicht angezogen. Dann wird die Gefäßwand geschlitzt und die mit Schlauch und Klemme montierte und mit physiologischer Kochsalzlösung blasenfrei gefüllte Kanüle eingeführt. Dabei läßt der Assistent die kaudale Schlinge etwas locker, über die der Kanülenknopf in das Gefäß schlüpft und eingebunden wird. Ebenso leicht ist, wenigstens bei größeren Tieren, die Injektion von der V. femoralis aus. Sie empfiehlt sich besonders dann, wenn es sich um Einführung größerer Flüssigkeitsmengen oder für das Herz gefährlicher Stoffe (Methylenblau) handelt, denn hier hat die Flüssigkeit auf dem erheblich weiteren Weg zum Herzen reichlich Gelegenheit sich mit Blut zu mischen. Man sucht zunächst bei dem in Rückenlage aufgebundenen Tier die Pulsation der A. femoralis dicht unter dem Poupartschen Band und legt von dieser Stelle einen 3 bis 4 cm langen Längsschnitt durch Haut und Schenkelfaszie an. Man hat dann die Arterie direkt vor sich; auf ihrer lateralen Seite verläuft der N. femoralis, auf ihrer medialen Seite die V. femoralis. Sie wird sorgfältig von der Arterie isoliert und dann die Kanüle in ähnlicher Weise wie bei der Jugularis eingeführt.

Will man bei diesen und ähnlichen, vor allem bei aseptisch auszuführenden Operationen die störenden Haare entfernen, so bedient man sich eines Enthaarungsmittels, z. B. des Kalziumsulfhydrats. Das mit Wasser zu einem dicken Brei angerührte Pulver wird in dicker Schicht auf die zu enthaarende Stelle aufgestrichen und nach ungefähr 15 Minuten mit einem stumpfen Messer wieder abgekratzt, wobei die Haare vollständig entfernt werden.

1. Die Haut.

Die Haut des Kaninchens ist fast auf der gesamten Körperoberfläche mit Haaren bedeckt und mit der unterliegenden Muskulatur, mit Ausnahme der Ohrmuschel, leicht verschieblich verbunden, so daß sie sich in großen Falten abheben läßt.

Zur ersten Orientierung über den Bau der Haut wählen wir die Ohrmuschel. Man kann dem lebenden Tier ohne jeden Schaden ein größeres Stück der Muschel mit einer scharfen Schere abschneiden, spannt es auf einer gefensterten Wachsplatte auf und fixiert in BOUINscher Flüssigkeit. Die Haare laufen in der Längsrichtung der Ohrmuschel. Will man sie also der Länge nach treffen, so muß das Präparat in dieser Richtung beim Schneiden orientiert werden.

Die Haut des Kaninchens besteht aus Epidermis, Kutis und subkutanem Gewebe. Die Epidermis (Fig. 1 *epd*) hat in der Haut der Ohr-

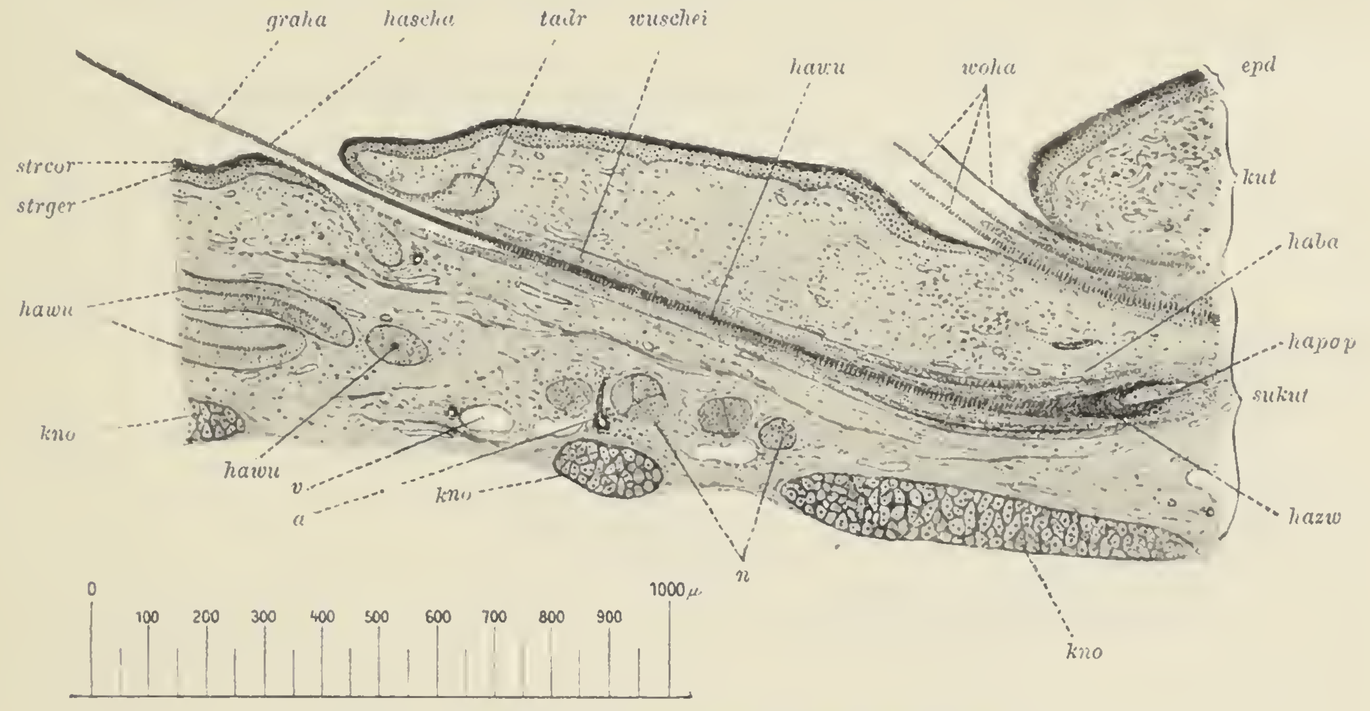


Fig. 1. Haut der Ohrmuschel vom Kaninchen.
epd Epidermis, *strcor* Stratum corneum, *strger* Stratum germinativum, *kut* Kutis, *sukut* subkutanes Bindegewebe, *graha* Grannenhaar, *woha* Wollhaare, *hascha* Haarschaft, *tadr* Talgdrüse, *hawu* Haarwurzel, *wuschei* Wurzelscheiden, *haba* Haarbalg, *hazw* Haarzwiebel, *hapap* Haarpapille, *kno* Knorpel der Ohrmuschel, *v* Vene, *a* Arterie, *n* Nerven.

muschel nur eine Dicke von 30—40 μ. Der Kutis zunächst aufgelagert ist eine Schicht kubischer oder niedrig zylindrischer Zellen mit abgerundeten Kuppen; an sie schließen sich zwei bis drei Lagen polyedrischer und weiterhin ebensoviel Lagen platter Zellen mit langgestreckten Kernen. Diese fünf bis sieben Lagen bilden zusammen das Stratum germinativum, die Keimschicht (*strger*), das sich durch lichtere Färbung von der nach außen folgenden dunkleren Hornschicht, dem Stratum corneum (*strcor*), abhebt. Das letztere setzt sich aus dünnen, polygonalen, schuppenartigen Platten zusammen, die fortwährend abgestoßen werden und deshalb in zahllosen Exemplaren der Oberfläche locker aufliegen. Die Platten sind kernlos, aber die Kernstelle markiert sich in der Flächenansicht deutlich als heller runder Fleck. Jede Platte wird umschlossen von einer Membran aus Horn, Keratin, und zeigt in ihrem Innern ein Netzwerk von Hornfäden, dessen Maschen Körnchen einer fettartigen, in Osmiumsäure intensiv schwärzbaren Substanz enthalten.

In der Epidermis findet sich bei nicht albinotischen Tieren stets Pigment in Form feinster, gelbbrauner Körnchen. Sie liegen in den Zellen des Stratum germinativum. Die Interzellularlücken sind nur sehr schmal. Epithelfasern lassen sich mittels der WEIGERTschen Fibrinfärbung leicht nachweisen.

Die Grenze zwischen Epidermis und Kutis (*kut*) verläuft, von geringen Unebenheiten abgesehen, glatt, Kutispapillen sind nicht vorhanden. Die Dicke der Kutis läßt sich an der Haut der Ohrmuschel nicht bestimmen, da Kutis und subkutanes Gewebe ohne jede Grenze ineinander übergehen. Die Kutis besteht aus Bündeln kollagener Fasern mit zahlreichen, eng angelagerten, sternförmigen Bindegewebszellen. Die Bündel nehmen im allgemeinen einen zur Oberfläche parallelen Verlauf, durchkreuzen und durchflechten sich dabei aber vielfach. An elastischen Fasern ist die Kutis nicht eben reich. Sie steigen immer senkrecht oder schräg aus dem subkutanen Gewebe auf, verzweigen sich in der Kutis sehr bald und bilden dicht unter der Epidermis ein grobmaschiges Netzwerk.

Das subkutane Gewebe (*sukut*) verbindet die Kutis mit der Unterlage, den Muskeln, dem Knochen oder in unserem Falle mit den Knorpeln der Ohrmuschel (*kno*). Es ist lockerer gefügt, wie die Kutis, meist nur sehr spärlich von Fett durchsetzt und enthält die gröberen Blutgefäße (*bgf*) und stärkeren Nervenstämmchen (*n*). An elastischem Gewebe ist die Subkutis reicher, als die Kutis. Die Fasern umgeben die kollagenen Bündel und bilden dabei weitmaschige Netze, von denen die Fasern in die Kutis abzweigen.

Die Haare des Kaninchens stehen an den meisten Stellen der Körperoberfläche außerordentlich dicht und lassen drei verschiedene Arten erkennen, Wollhaare (*woha*), Grannenhaare (*graha*) und Tasthaare. Die ersten bilden die große Mehrzahl aller Haare, sie sind kurz und dünn und zeigen die besondere Eigentümlichkeit, daß sie stets zu mehreren in kleinen Gruppen zusammenstehen. Die Grannenhaare sind länger und dicker und stehen einzeln, so daß jedes Grannenhaar von mehreren Gruppen von Wollhaaren umgeben ist. Die auf Ober- und Unterlippe beschränkten Tasthaare sind noch länger und dicker, als die Grannenhaare.

Ein mikroskopisches Präparat des Haares stellen wir uns in einfachster Weise zunächst so her, daß wir ein kleines, ausgerauftes Haarbüschel in Wasser oder dünner Formalinlösung untersuchen. Es stellt dann das Haar ein langes, fadenförmiges Gebilde dar, das an seinem proximalen, in die Haut eingepflanzten Ende eine schwache, kolbige Verdickung zeigt, die Haarzwiebel, und an seinem freien, distalen Ende in eine feine Spitze ausläuft. Den in der Haut verborgenen Teil des Haares bezeichnen wir ferner als Haarwurzel, den freien Teil als Haarschaft.

Das Haar des Kaninchens läßt fast stets schon bei schwacher Vergrößerung in seiner ganzen Länge eine deutliche Querbänderung erkennen. Stärkere Vergrößerung lehrt, daß in der Haarachse ein Strang kubischer Zellen, die Marksubstanz verläuft, die zum Teil mit Luft gefüllt sind. Da die letztere im durchfallenden Licht dunkel erscheint, so wechselt immer ein heller und ein dunkler Querstreifen miteinander ab. Die Marksubstanz durchsetzt die ganze Länge des Haares und bildet seine Hauptmasse. Bei den dünnen Wollhaaren liegen die Zellen in einfacher Reihe, etwa wie die Geldstücke in einer Geldrolle, hinter-

einander, bei den dickeren Grannenhaaren finden sich zwei Zellreihen nebeneinander. Die Zellen sind kubisch und enthalten in gefärbten Haaren braunes und schwarzes Pigment in wechselnder Menge.

Äußerlich wird die Marksubstanz überzogen von einer dünnen Rindensubstanz. Sie enthält in gefärbten Haaren ebenfalls Pigment, aber nie in solcher Menge, wie die Marksubstanz. Um die Zusammensetzung der Rinde kennen zu lernen, legen wir einige Haare in konzentrierte Schwefelsäure und bedecken mit einem Deckglas. Es löst sich dann, besonders wenn man vorsichtig auf das Deckglas klopft, die Rindensubstanz in spindelige Zellen mit ovalem Kern auf, die mit ihrer Längsachse der Haarachse parallel verlaufen. Es liegen so mehrere Schichten von Rindenzellen um den Markzylinder herum. In der Haarspitze fehlt die Marksubstanz, sie besteht ausschließlich aus Rindenzellen.

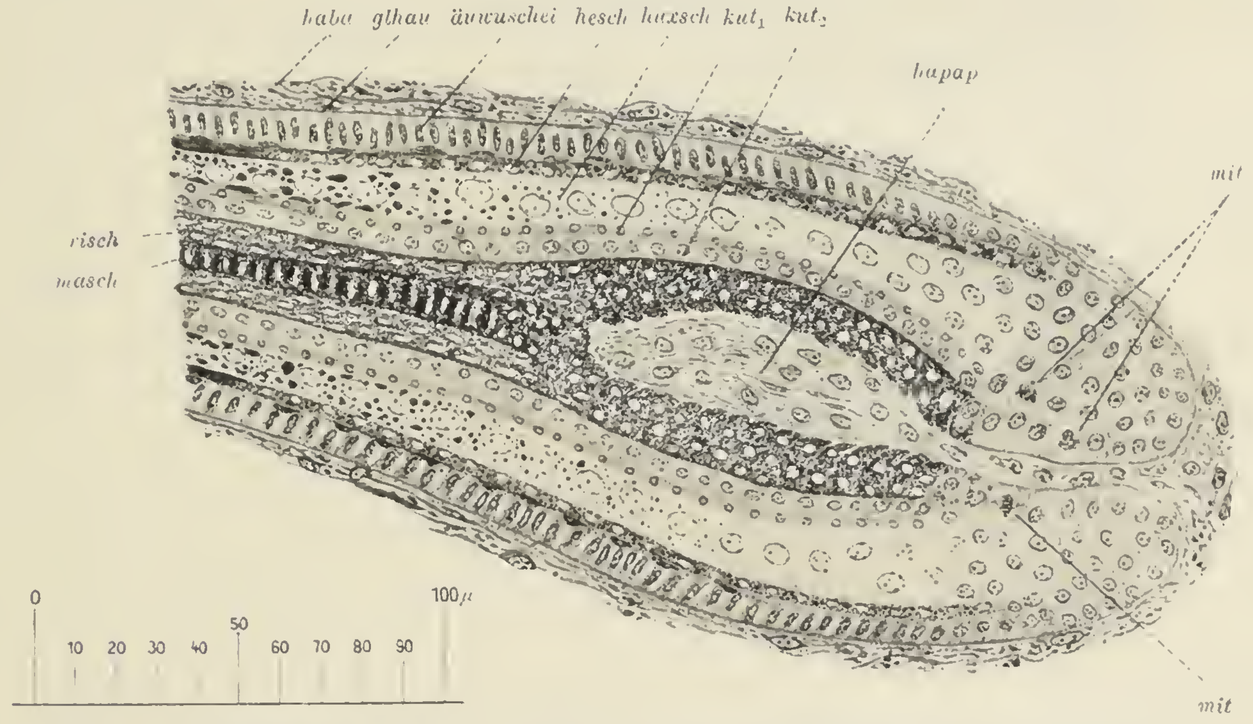


Fig. 2. Längsschnitt durch die Wurzel eines Grannenhaares vom Kaninchen.
haba Haarbalg, *glhau* Glashaut, *äuwuschei* äußere Wurzelscheide, *hesch* Henlesche Schicht der inneren Wurzelscheide, *huxsch* Huxleysche Schicht der inneren Wurzelscheide, kut_1 Kutikula der Wurzelscheiden, kut_2 Kutikula des Haares, *risch* Rindenschicht des Haares, *masch* Markschicht des Haares, *hapap* Haarpapille, mit Mitosen.

Nach außen wird das Haar abgeschlossen durch das Oberhäutchen, die Haarkutikula. Am schönsten tritt sie an der Haarwurzel hervor, und besteht aus platten, sich dachziegelförmig deckenden Zellen. In der Haarwurzel sind sie dicker und kernhaltig, im Haarschaft dünn und kernlos.

Das Haar ist eine Bildung der Epidermis, seine sämtlichen Zellen sind verhornt, wie die der Hornschicht, von der sie sich ableiten. Zu diesem eigentlichen Haar kommen nun noch im intrakutanen Teile des Haares besondere zellige, von der Epidermis gelieferte Haarwurzelscheiden. Nach außen bildet die Kutis um diese Scheiden herum den Haarbalg. Wir hätten also an dem intrakutanen Teil des Haares von außen nach innen zu unterscheiden (Fig. 1): Haarbalg (*haba*) mit der Haarpapille (*hapap*), Wurzelscheiden (*wuschei*) und Haar mit Haarwurzel (*hawu*) und Haarzwiebel (*hazw*). Wir wollen diese einzelnen Teile an unserem Schnitt durch die Ohrmuschel bei stärkerer Vergrößerung etwas näher analysieren (Fig. 2).

Eine ausgezeichnete färberische Differenzierung der einzelnen Teile läßt sich an Gefrierschnitten von Formalinmaterial in folgender Weise erreichen. Der Schnitt wird zunächst 1—2 Stunden lang in konz. Lösung von Safranin in Anilinwasser gefärbt, in 95%igem Alkohol gut ausgewaschen, dann 5—10 Minuten lang in Pikroindigkarmin nachgefärbt und in Balsam montiert.

Der tiefblau gefärbte Haarbalg (*haba*) stellt eine Verdichtung des kutanen oder subkutanen Bindegewebes dar und setzt sich bei den Wollhaaren nur sehr schwach gegen das letztere ab. Seine kollagenen Bündel verlaufen teils wellig longitudinal, teils zirkulär und sind durchflochten von feinen elastischen Fasern. Innen liegt dem Haarbalg die durch ihre grüne Färbung scharf hervortretende Glashaut (*glhau*) auf. Am Grunde des Haares entwickelt sich aus dem Haarbalg die Haarpapille (*hapap*) und dringt in Form einer dünngestielten Keule in das Innere der Haarzwiebel vor. Sie besteht aus feinfaserigem Bindegewebe, das Gefäße und Nerven mit sich führt.

Auf die Glashaut des Haarbalges folgen nach innen die Wurzelscheiden, von denen wir eine äußere und innere unterscheiden. Die äußere Wurzelscheide (*äuwuschei*) geht aus der Zellenmasse der Haarzwiebel hervor und bildet in der Haarwurzel eine einfache Lage niederer Zylinderzellen, mit ihrer Längsachse schräg zur Haarachse gestellt. Unter diesen Zylinderzellen liegen zunächst nur vereinzelte, langgestreckte Zellen, die sich weiter distal mehr und mehr aneinanderschließen. In der Haarmitte verdickt sich die äußere Wurzelscheide mehr und mehr durch Anlagerung weiterer Zellreihen und nimmt schließlich ganz den Charakter des Stratum germinativum der Epidermis an, in das sie sich kontinuierlich fortsetzt.

Auch die innere Wurzelscheide geht aus der Zellmasse der Haarzwiebel hervor, setzt sich aber distalwärts nicht in die Epidermis fort, sondern verschwindet ungefähr in der Mitte der Haarwurzel. Dicht an der Haarzwiebel läßt sie eine Zusammensetzung aus zwei Schichten erkennen, eine schmälere äußere, die HENLEsche Schicht, und eine breitere innere, die HUXLEYsche Schicht. Die HENLEsche Schicht (*hesch*) besteht aus einer einfachen Lage niedrig kubischer Zellen mit kleinen, ovalen Kernen. Der Zellkörper enthält feinere und gröbere Körnchen einer Substanz, die sich in unserem Präparat leuchtend grün gefärbt hat und als Keratohyalin bezeichnet wird. Sie findet sich beim Menschen auch in der gesamten Epidermis in besonderen Zellen, welche sich zwischen Stratum corneum und Stratum germinativum einschieben. In der Epidermis des Kaninchens fehlt ein solches Stratum granulosum. Im proximalen Drittel der Haarwurzel ändert sich das Aussehen der HENLEschen Schicht, die grünen Körner verschwinden, die Zellen umgeben sich als Zeichen der beginnenden Verhornung zunächst mit einem roten Mantel und färben sich dann total rot, so daß ein Kern nicht mehr zu erkennen ist.

Die HUXLEYsche Schicht (*huxsch*) enthält beim Kaninchen auch nur eine einfache Zellage, die aber zunächst ganz wesentlich breiter ist, als die vorige. Zellgrenzen lassen sich nicht erkennen. Die Kerne sind auffallend groß, licht und häufig mit Einbuchtungen versehen. In dem lichten Protoplasma treten zunächst feine Keratohyalinkörner auf, die distalwärts rasch an Zahl und Größe zunehmen und schließlich zu unregelmäßigen Massen zusammenfließen. Wenn in der HENLEschen Schicht bereits der Verhornungsprozeß vollendet ist, enthält die HUXLEYsche Schicht noch Keratohyalinkörner. Aber bald fällt auch sie

der Verhornung anheim und beide Schichten verschmelzen nun zu einer einheitlichen Hornlamelle, die erst in der Mitte der Haarwurzel verschwindet.

Die innere Wurzelscheide wird nach innen abgeschlossen durch die Scheidenkutikula (*kut*$_1$), eine einfache Lage platter Zellen mit kleinen rundlichen Kernen. Sie verschwindet distalwärts mit den Wurzelscheiden. Nun folgt nach innen das Haar mit Haarkutikula (*kut*$_2$), Rindenschicht (*risch*) und Markschicht (*masch*).

In der Haarzwiebel vereinigen sich sämtliche Schichten der Wurzelscheiden und des Haares zu einer gemeinsamen Zellmasse, welche auch die Matrix für alle diese Schichten darstellt. Es sind polyedrische Zellen mit großem Kern und lichtem Protoplasma. Von der Haarwurzel aus erfolgt das Wachstum des Haares und seiner Scheiden; deshalb findet in ihr auch stets eine lebhafte Zellvermehrung statt (*mit*).

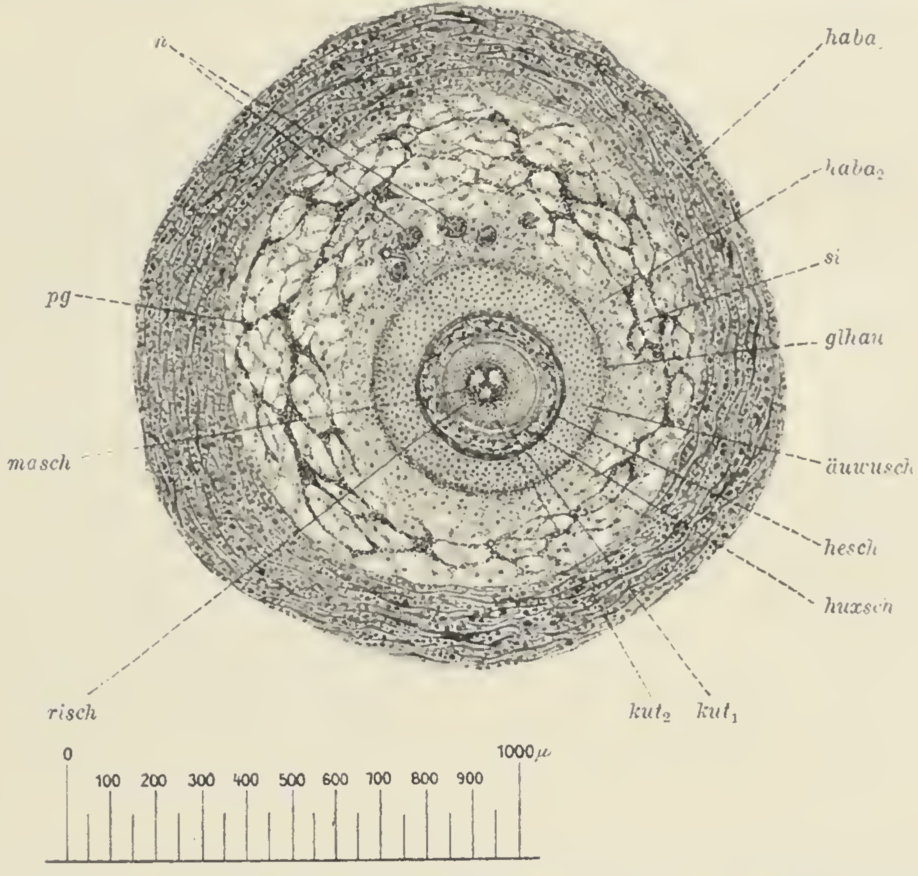


Fig. 3. Querschnitt durch ein Tasthaar aus der Oberlippe des Kaninchens.
haba$_1$ äußere Abteilung des Haarbalgs, *haba*$_2$ innere Abteilung des Haarbalgs, *si* Maschenwerk des Blutsinus, *pg* Pigmentnetz im Blutsinus, *glhau* Glashaut, *äuwusch* äußere Wurzelscheide, *hesch* Henlesche Schicht der inneren Wurzelscheide, *huxsch* Huxleysche Schicht der inneren Wurzelscheide, *kut*$_1$ Kutikula der Wurzelscheiden, *kut*$_2$ Kutikula des Haares, *risch* Rindenschicht des Haares, *masch* Markschicht des Haares, *n* quergeschnittene Nervenstämmchen.

Die Haare haben nur eine sehr beschränkte Lebensdauer. Sie werden jährlich zweimal, im Frühjahr und im Herbst, gewechselt. Der beginnende Ausfall eines Haares macht sich zunächst durch eine Verhornung der Haarzwiebel bemerkbar, die sich auffasert und als solider Kolben von der alten Papille immer weiter distalwärts abrückt. Die alte Papille bleibt mit dem Kolbenhaar durch einen dünnen Zellstrang in Verbindung. Hat ihre Atrophie eine gewisse Höhe erreicht, so beginnt wieder in ihr eine lebhafte Zellvermehrung und von den sie noch bedeckenden Resten der alten Zwiebel geht die Neubildung des Haares aus. Das junge, stark wachsende Ersatzhaar drängt schließlich das alte Kolbenhaar aus der Haut heraus.

Die Tasthaare sind auf die Haut der Ober- und Unterlippe beschränkt und erreichen in der Haarmitte eine Dicke von 200—250 μ. Ihr wichtigstes Charakteristikum besteht in dem Besitz eines voluminösen Haarbalges, der einen ausgedehnten Blutsinus umschließt. Deshalb bezeichnet man die Tasthaare auch als Sinushaare. Der Haarbalg erreicht einen Durchmesser von 1,5—2 mm und läßt auf dem Querschnitt (Fig. 3) eine äußere und innere Abteilung erkennen. Die erstere (*haba*$_1$) besteht aus dicken, kollagenen Bündeln, die teils längs, teils zirkulär verlaufen. Sie ist frei von elastischen Fasern, nur

an ihrer inneren Zirkumferenz breitet sich ein dünnes, elastisches Netz aus. Die innere Abteilung des Haarbalgs (*haba*$_2$) wird von der äußeren durch einen beträchtlichen Zwischenraum getrennt, sie liegt der äußeren Wurzelscheide des Tasthaares auf und setzt sich aus einem Flechtwerk feinster kollagener Fäserchen zusammen, stark mit elastischen Fasern durchsetzt. Die letzteren verdichten sich gegen die äußere Wurzelscheide zu einer elastischen Grenzschicht.

Von der inneren Abteilung gehen dann zahlreiche bindegewebige Fortsätze aus, verbinden sich netzförmig miteinander und füllen den Raum zwischen äußerer und innerer Abteilung des Haarbalges aus. Distalwärts wird die innere Abteilung immer stärker, bis schließlich kurz vor dem Austritt des Haares aus der Haut beide Abteilungen miteinander verschmelzen. Die von dem bindegewebigen Balkenwerk gebildeten, miteinander kommunizierenden Räume sind von Blut erfüllt. Sie bilden die Sinus des Tasthaares (*si*) und werden durchsetzt von verästelten Pigmentzellen (*pg*), welche sich wieder zu einem weitmaschigen Netzwerk aneinander schließen.

Innerhalb der Sinus verlaufen ferner markhaltige Nervenfasern in mehreren kleinen Nervenstämmchen (*n*). Sie lösen sich weiter distalwärts in ein der äußeren Wurzelscheide dicht aufgelagertes Geflecht auf. Die Fasern enden, nachdem sie ihre Markscheide verloren haben, in baumförmigen Verzweigungen; ein Teil dringt in die Wurzelscheide ein und endet an ihren Zellen mit Tastmenisken (MERKELsche Tastkörperchen).

Wie bei allen Säugetieren, so enthält auch beim Kaninchen die Haut zweierlei Drüsen, Talgdrüsen und Schweißdrüsen. Die Talgdrüsen (Fig. 1 *tadr*) sind einfache oder verzweigte alveoläre Drüsen von birnförmiger Gestalt und münden dicht unter der Austrittsstelle des Haarschaftes aus der Haut in den Haarbalg ein. Der kurze, wenig verengte Ausführungsgang geht unmittelbar in den birnförmigen Drüsenkörper über. Der erstere ist ausgekleidet mit einem mehrschichtigen Plattenepithel als direkter Fortsetzung der Epidermis bzw. der äußeren Wurzelscheide des Haarbalges. Im Drüsenkörper werden die Zellen größer, polyedrisch und füllen den ganzen Hohlraum aus. Ihr Protoplasma ist stark vakuolisiert und in den Vakuolen liegen feine Fetttröpfchen. Im Zentrum der Alveole findet ein fortwährender Zellzerfall statt. Die zerfallenen Zellen werden ausgestoßen und bilden zusammen mit dem freigewordenen Fett den Hauttalg, der zur Einfettung von Haut und Haaren dient.

An Schweißdrüsen ist die Haut des Kaninchens außerordentlich arm. Am leichtesten findet man sie in der Lippenhaut als lange, unverästelte Schläuche, welche dicht neben den Talgdrüsen in die Haarbälge münden. An seinem proximalen Ende knäuelt sich der Schlauch innerhalb der Subkutis zu einem kleinen Drüsenkörper auf und ist hier ausgekleidet von einer einfachen Lage kubischer Zellen mit feinen, basophilen Granulationen und Fettröpfchen im Protoplasma. Außen liegen diesen sezernierenden Zellen verzweigte glatte Muskelzellen und eine strukturlose Membrana propria auf. Im Ausführungsgang treten an die Stelle der Muskelfasern einfache platte Zellen.

Stärkere Schweißdrüsenmassen trifft man in dem Zipfel behaarter Haut, der sich von dem Mundwinkel aus kaudalwärts in die Mundhöhle erstreckt. Hier bilden sie ein dickes Drüsenlager, dessen Einzeldrüsen sich dadurch von den Schweißdrüsen der äußeren Haut unterscheiden, daß sie verzweigt sind

und sehr weite Lumina aufweisen. In der Gegend der Mund- und Afteröffnung kommt es ferner zur Bildung voluminöser, umkapselter Drüsen, die wir zu den Schweißdrüsen rechnen müssen. So liegt am vorderen Teile des Unterkiefers unmittelbar unter der Haut nach außen vom M. depressor labii inferioris eine ungefähr 10 mm lange, platte, bräunliche Drüse, die wir als Glandula mandibularis bezeichnen wollen. Ihre Ausführungsgänge münden rostralwärts in der Haut der Unterlippe. Die Drüse zerfällt durch bindegewebige Septen in mehrere Lappen, welche ganz den gleichen Bau zeigen, wie die Drüsen des behaarten Teiles der Mundhöhlenschleimhaut. In der Nähe des Afters und des



Fig. 4. Milchdrüse des Kaninchens (kurz nach dem Wurf).
lob$_{1-4}$ Drüsenläppchen, *ilob* interlobuläres Bindegewebe mit Blutgefäßen, *aufg* interlobulärer Ausführungsgang mit Sekret gefüllt, *alv* Alveolen.

Sinus urogenitalis werden wir später den Glandulae anales und inguinales begegnen. Auch sie sind zum Teil nichts anderes als massig entwickelte Schweißdrüsen.

Weitere Drüsen der äußeren Haut sind schließlich die Milchdrüsen. Sie werden embryonal bei beiden Geschlechtern gleich angelegt, fallen aber später beim männlichen Geschlecht der Rückbildung anheim, während sie sich beim Weibchen zu voluminösen Drüsen weiterbilden, denen die Absonderung der Milch zufällt. Das Kaninchen besitzt jederseits von der Mittellinie in der Haut des Bauches vier bis fünf flache, kuchenförmige Milchdrüsen. Sie liegen, auf jeder Seite dicht aneinander stoßend, im subkutanen Gewebe und öffnen sich nach außen auf je einer spitz ausgezogenen Hautpapille, der Zitze. Sie wird durchbohrt von mehreren Ausführungsgängen, Milchgängen, die als interlobuläre (Fig. 4 *aufg*) Gänge in die Drüse eintreten, sich dort vielfach verzweigen, um dann als intralobuläre Gänge in die Drüsenläppchen einzutreten. An ihren Verzweigungen sitzen die ganz unregelmäßig gestalteten Alveolen (*alv*), ausgekleidet mit einem einfach kubischen oder niedrig zylin-

drischen Epithel. Der Kern liegt nahe der Zellbasis. Das granulierte Protoplasma ist durchsetzt von zahlreichen Fettröpfchen, die, in das Lumen ausgestoßen, einen wichtigen Bestandteil der Milch bilden. Nachdem die Zelle ihren Inhalt ausgestoßen hat, sinkt sie stark zusammen und beginnt von neuem mit der Produktion von Fett, an der mitochondriale Bildungen im äußeren Zellabschnitt beteiligt sind. Von dem gleichen Epithel sind auch die intralobulären Gänge ausgekleidet, es macht in den interlobulären Gängen einem einfachen Zylinderepithel Platz, das die Milchgänge in ihrer ganzen Länge bis in die Zitze auskleidet, wo es allmählich durch das geschichtete Epithel der Epidermis ersetzt wird.

Äußerlich werden Alveolen und intralobuläre Gänge zunächst von verzweigten, anastomosierenden Zellen, sog. Korbzellen, umgeben, denen wieder nach außen eine strukturlose Membrana propria aufliegt. Zwischen den Alveolen findet sich reichlich entwickeltes Bindegewebe, das in die interlobulären Septen übergeht.

2. Das Auge.

Der Augapfel des Kaninchens stellt einen nicht ganz regelmäßig kugeligen Körper dar, dessen vertikaler Durchmesser beim erwachsenen Tiere ungefähr 18 mm, dessen horizontaler Durchmesser ungefähr 17 mm und bei dem die optische Achse, d. h. die Entfernung des Hornhautscheitels von der hinteren Bulbusfläche 16 mm beträgt. Der Augapfel liegt zum größten Teil innerhalb der Augenhöhle, die die Form eines horizontal gelagerten vierseitigen Prismas hat mit median sehender Spitze und lateral gestellter Basis. Während die dorsale, rostrale und kaudale Wand knöchern sind, ist die Augenhöhle ventral bindegewebig durch die Membrana orbitalis geschlossen, die sie von der unterliegenden Muskulatur trennt.

Zur Herausnahme des Augapfels wird zunächst die Conjunctiva bulbi rund um die Hornhautperipherie herum mit der Schere durchtrennt, dann der Bulbus mit einer Hakenpinzette gefaßt und die Sehnen der Augenmuskeln durchschnitten. Zieht man schließlich den Bulbus stark nach außen und hinten, so kann man mit einer krummen Schere leicht den Sehnerven durchschneiden. Der isolierte Bulbus wird am besten 24 Stunden in Bouinscher Flüssigkeit fixiert, dann ausgewaschen und in steigendem Alkohol entwässert. Im absoluten Alkohol schneidet man eine dorsale und ventrale Kappe des Bulbus ab, eröffnet damit vordere Kammer und Glaskörperraum und bettet in Zelloidin ein. Bei jungen Tieren lassen sich auch sehr demonstrative Querschnitte durch den ganzen Kopf mit dem ganzen Augenhöhleninhalt in situ erhalten, wenn man den Kopf von der Aorta aus, nach vorheriger Unterbindung der Aorta descendens mit Bouinscher Flüssigkeit injiziert. Der abgeschnittene Kopf bleibt 24 Stunden in der Fixationslösung, wird dann in Formalin-Salpetersäure entkalkt und in Alkohol entwässert. Im absoluten Alkohol zerlegt man ihn in mehrere Querscheiben, deren eine den kaudal und rostral angeschnittenen Bulbus enthält. Einbettung in Zelloidin.

Die Sklera (Fig. 5 *skl*) bildet als derbe, bindegewebige Haut von ungefähr 250—300 μ Dicke die äußere Begrenzung des Bulbus. In der Umgebung des Sehnerveneintritts verdünnt sie sich etwas und geht kontinuierlich in die äußere Sehnervenscheide über. Distalwärts erfährt sie in der Gegend des Ziliarkörpers eine erhebliche Verdickung, um sich dann in die Grundsubstanz der Hornhaut fortzusetzen. Sie springt dabei in der Form des Skleralwulstes (*sklwu*) etwas gegen die Iriswurzel vor. Unmittelbar vor dem Skleralwulst verläuft im Bulbus eine seichte, zirkuläre Rinne, der Sulcus sclerae internus.

Ein ihm entsprechender, an der äußeren Korneoskleralgrenze verlaufender Sulcus sclerae externus ist beim Kaninchen nur ganz schwach angedeutet.

Die Sklera setzt sich aus Bündeln kollagener Fasern zusammen, die im allgemeinen einen meridionalen Verlauf einschlagen. Zwischen den Bündeln liegen Bindegewebszellen, Skleralkörperchen, welche mit lappigen Fortsätzen die Bündel umscheiden. Im Skleralwulst verlaufen die Bündel zirkulär und sind hier auch stärker mit elastischen Fasern durchsetzt. Pigmentzellen finden sich nicht selten zu meridional verlaufenden Streifen zusammengelagert. Auch die die Sklera durchbohrenden Gefäße sind von Pigmentscheiden umhüllt.

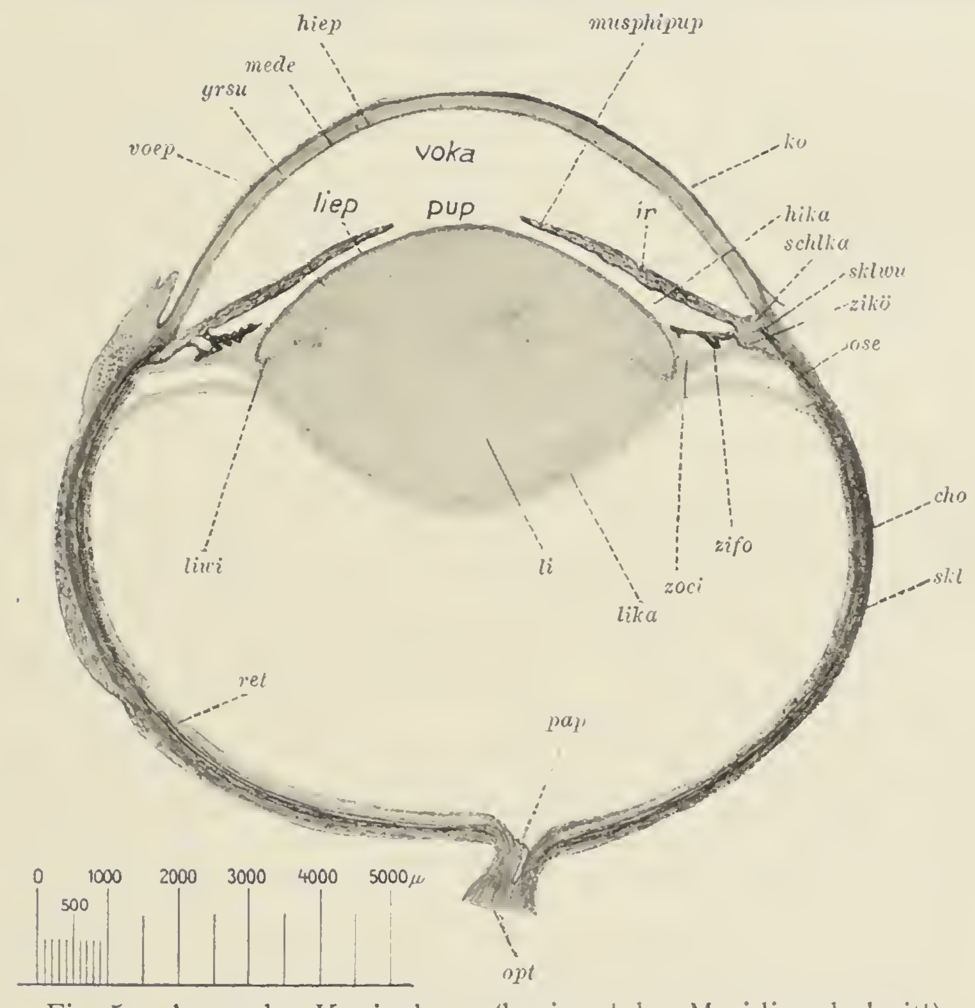


Fig. 5. Auge des Kaninchens (horizontaler Meridionalschnitt).
skl Sklera, *cho* Chorioidea, *ose* Ora serrata, *zikö* Ziliarkörper, *sklwu* Skleralwulst, *schlka* Schlemmscher Kanal, *hika* hintere Kammer, *ko* Hornhaut, *hiep* hinteres Hornhautepithel, *mede* Descemetsche Membran, *grsu* Hornhautgrundsubstanz, *voep* vorderes Hornhautepithel, *opt* Optikus, *pap* Papille, *ret* Netzhaut, *li* Linse, *lika* Linsenkapsel, *zoci* Zonula ciliaris, *zifo* Ziliarfortsätze, *ir* Iris, *musphipup* M. sphincter pupillae, *voka* vordere Kammer, *pup* Pupille, *liep* Linsenepithel, *liwi* Linsenwirbel.

Die stark gewölbte Hornhaut (*ko*) hat im Scheitel eine Dicke von 200 μ und verdünnt sich peripher nur ganz wenig. Ihre Schichten sind: vorderes Epithel, Grundsubstanz, Descemetsche Membran und hinteres Epithel. Das vordere Epithel (*voep*) ist ein geschichtetes Plattenepithel von 25—30 μ Dicke, aus drei bis fünf Zellagen bestehend. An der Korneoskleralgrenze geht es in das Epithel der Conjunctiva bulbi über.

Die Grundsubstanz (*grsu*) macht ungefähr neun Zehntel der gesamten Hornhautdicke aus. Eine Bowmansche Membran, wie wir sie beim Menschen und vielen Säugern als vorderen Abschluß der Grundsubstanz finden, fehlt dem Kaninchen. Von der Korneoskleralgrenze schiebt sich das Bindegewebe der Conjunctiva bulbi noch ein Stückchen weit zwischen Epithel und Grundsubstanz ein. In dieses Bindegewebe sind die schlingenförmigen Enden der

Aa. conjunctivales anteriores eingelagert und bilden das die Hornhautperipherie umgebende Randschlingennetz.

Die Grundsubstanz besteht aus zahlreichen hintereinander gelegenen und parallel zur Hornhautoberfläche verlaufenden Bindegewebsplatten, die durch eine Kittsubstanz fest miteinander verlötet sind. Jede Platte setzt sich wieder aus zahlreichen kollagenen Bündeln zusammen, doch findet in benachbarten Platten stets ein Austausch von Bündeln statt, was besonders auffällig in den vordersten Lagen hervortritt.

Den Bindegewebsplatten der Grundsubstanz liegen die Hornhautzellen an, platte, stark verästelte Bindegewebszellen mit großem, unregelmäßigem Kern. Von ihrer Form geben Vergoldungen der Hornhaut nach der Ranvierschen Zitronensaftmethode die klarsten Bilder. Die Ausläufer benachbarter Zellen anastomosieren miteinander zu einem ziemlich engmaschigen Netzwerk. Es breitet sich dasselbe einmal zwischen den Platten aus, durchsetzt sie aber auch und tritt mit benachbarten Netzen in Verbindung, so daß es sich kontinuierlich durch die ganze Grundsubstanz ausbreitet.

Diesem positiven Hornhautbild, wie es die Vergoldung liefert, entspricht das negative Hornhautbild, das man entweder durch Anätzung der Hornhaut mit Argentum nitricum oder noch besser auf folgende Weise erhält. Der frisch enukleierte Kaninchenbulbus wird für fünf Minuten in eine 1%ige Lösung von Ferrosulfat gebracht. Von der getrübten Hornhaut kann man dann leicht das vordere Epithel vollkommen abstreifen. Dann bringt man den Bulbus für weitere fünf Minuten in die Lösung zurück, wäscht kurz in Wasser aus und überträgt in eine 1%ige Lösung von Ferrizyankalium. Es bildet sich dann ein Niederschlag von Ferroferrizyanat (Turnbulls Blau) auf der Grundsubstanz und der ihre Lamellen verbindenden Kittsubstanz. Die Hornhaut wird mit dem Rasiermesser abgetragen, in 4 Sektoren zerlegt und in Lävulose eingeschlossen. Es erscheint dann auf blau gefärbtem Grund ein farbloses System kommunizierender Lücken, welche in ihrer Form den Hornhautzellen mit ihren Ausläufern gleichen. Dieses sogen. Saftkanalsystem beherbergt die Hornhautzellen, durchsetzt die ganze Grundsubstanz und spielt jedenfalls für die Ernährung der gefäßlosen Hornhaut eine wichtige Rolle.

Nach hinten zu schließt sich an die Grundsubstanz die Descemetsche Membran an (*mede*). Obgleich sie nur eine Dicke von 2—4 μ hat, hebt sie sich doch stets außerordentlich deutlich von der Grundsubstanz ab, besonders schön bei Färbung mit Resorzinfuchsin. Sie ist frei von Zellen, homogen und als ein Abscheidungsprodukt des hinteren Hornhautepithels den Membranae propriae an die Seite zu stellen. An der Hornhautperipherie fasert sie sich auf und geht in die Fasermasse des Lig. pectinatum iridis über.

Gegen die vordere Kammer wird die Hornhaut abgeschlossen durch das hintere Hornhautepithel (*hiep*), eine einfache Lage platter Zellen. Behandelt man die frisch abgetrennte Hornhaut mit 1%iger Höllensteinlösung, so präsentieren sich die Zellen nach der Reduktion als fünf- bis sechseckige Platten mit flach kuchenförmigem Kern. Zwischen den Zellen bleiben schmale Interzellularlücken, die von zahlreichen Zellbrücken durchsetzt werden. Behandlung von Flachschnitten der Hornhaut mit der Weigertschen Fibrinfärbungsmethode zeigt, daß die Zellen von Epithelfasern durchsetzt werden, die durch jene Zellbrücken von Zelle zu Zelle durchlaufen.

Die mittlere Augenhaut, die Chorioidea (Figg. 5 u. 6 *cho*) erstreckt sich mit einer gleichbleibenden Dicke von 60—80 μ von der Eintrittsstelle des Sehnerven bis zur Ora serrata (*ose*) und ist je nach der allgemeinen Pig-

mentierung des Tieres in verschieden hohem Grade von Pigmentzellen durchsetzt. Außen schließt sich an die Sklera zunächst die Suprachorioidea (Fig. 6 *sucho*), bestehend aus Netzen feinster elastischer Fäserchen, zwischen denen spaltförmige Lücken bleiben, die in ihrer Gesamtheit die perichorioidealen Lymphräume ausmachen. Den elastischen Netzen liegen verzweigte Pigmentzellen auf.

Nach innen folgt die Vaskulosa (*vask*). Sie umschließt die Blutgefäße der Chorioidea, so daß die gröbsten Gefäße am weitesten nach außen, die feinsten Verzweigungen am weitesten nach innen liegen. Der Zwischenraum zwischen den Gefäßen wird von feinen Bindegewebsfasern mit sehr spärlichen elastischen Fasern ausgefüllt. Bei pigmentarmen Tieren ist die Vaskulosa pigmentfrei, bei stärkerer Allgemeinpigmentierung enthält sie auch mehr oder weniger zahlreiche Pigmentzellen.

Die aus dem Blutgefäßnetz der Chorioidea hervorgehenden Kapillaren breiten sich nach innen von der Vaskulosa in einfacher Schicht als Choriokapillaris (*chokap*) aus, eingebettet in eine strukturlose Grundsubstanz.

Gegen die Netzhaut wird die Chorioidea durch die strukturlose, höchstens 1 μ dicke Basalmembran (*bame*) abgeschlossen.

An der Ora serrata angekommen, verdickt sich die Chorioidea allmählich und geht in den im Meridionalschnitt dreieckigen und mit abgerundeter Ecke schwach in den Glaskörperraum vorspringenden Ziliarkörper (Fig. 5 *zikö*) über, der sich wieder distalwärts in die Iriswurzel fortsetzt. Innen liegen dem Ziliarkörper die Ziliarfortsätze (*zifo*) auf. Sie erheben sich als zunächst niedrige, dünne, radiär gestellte Falten dicht vor der Ora serrata aus dem sog. Orbiculus ciliaris, steigen distalwärts höher an und setzen sich als Irisfalten auch auf die Hinterfläche der Iris fort, wo sie allmählich verlaufen. Zwischen je zwei Ziliarfalten verläuft ein Ziliartal, sich distalwärts in die hintere Kammer (*hika*) öffnend. Jede Hauptfalte trägt wieder sekundäre Erhebungen, welche das mikroskopische Bild des Meridionalschnitts komplizieren.

Der Bau der Ziliarfalten gestaltet sich sehr einfach. Ihr Grundstock bildet ein feinfaseriges Bindegewebe, das bei starker Allgemeinpigmentierung von verästelten Pigmentzellen durchsetzt und auf seiner Oberfläche von einem zweischichtigen Epithel, der später zu besprechenden Pars ciliaris retinae, überzogen ist. Zwischen Epithel und Bindegewebe schiebt sich eine äußerst dünne, strukturlose Basalmembran ein.

Die Ziliarfalten erheben sich aus der Grundplatte, einer bindegewebigen Masse, welche die innere Oberfläche des Ziliarkörpers überzieht und distalwärts in die Iriswurzel übergeht. Außen lockert sich die Grundplatte auf und legt sich dem Ziliarmuskel an. Er ist beim Kaninchen nur sehr schwach entwickelt und besteht, wie die gesamte Binnenmuskulatur des Säugetierbulbus, aus glatten Muskelfasern. Die zu schmalen Bündeln zusammengefaßten Fasern verlaufen außen rein meridional. Der Ursprungsort dieser Meridionalfasern liegt in der Gegend des Skleralwulstes. Von hier laufen sie parallel zur Sklera an der Außenfläche des Ziliarkörpers entlang zur Chorioidea, in deren Vaskulosa sie sich verlieren. An diese auch als M. tensor chorioideae bezeichnete Meridionalpartie schließen sich Fasern an mit gleichem Ursprung, aber mehr bogenförmig in die Grundplatte ausstrahlend. Weiter nach innen

folgen schließlich Bündel von Zirkulärfasern, die in ihrer Gesamtheit einen muskulösen Ring im Bulbus bilden und den eigentlichen Akkommodationsmuskel darstellen. Die Muskelbündel werden getrennt durch pigmenthaltiges Bindegewebe, in dem Blutgefäße und Nerven verlaufen. Außen wird der Ziliarmuskel durch eine etwas aufgelockerte und von vielen elastischen Fasern durchsetzte Suprachorioidea von der Sklera getrennt.

Aus dem distalen Ende des Ziliarkörpers geht kontinuierlich die Iris (Fig. 5 *ir*) hervor, eine im gedehnten Zustand durchschnittlich 200—300 μ dicke Platte mit zentraler, kreisförmiger Öffnung, der Pupille (*pup*). Die Vorderfläche der Iris ist glatt, die Hinterfläche besitzt zahlreiche Einbuchtungen und ist im proximalen Abschnitt mit den Ausläufern der Ziliarfalten besetzt. Mit der Korneoskleralgrenze ist die Iris verbunden durch das Lig. pectinatum iridis, ein feines Netzwerk von Fasern, welches die sog. Kammerbucht, d. h. den spitzen, zwischen Hornhaut und Iris einspringenden Winkel der vorderen Kammer, ausfüllt. Die aus der Iriswurzel aufsteigenden Fasern heften sich an der hier endenden DESCEMETschen Membran an, begrenzen dabei nach innen den Sulcus sclerae internus und schließen ihn gegen die Kammerbucht zu einem Ringkanal ab, der als SCHLEMMscher Kanal (*schlka*) bezeichnet wird und in offener Verbindung mit den vorderen Ziliarvenen steht.

Den Grundstock der Iris bildet das Irisstroma. Aus dem Ziliarkörper hervorgehend besteht es aus einem sehr feinfaserigen Bindegewebe, das von zahlreichen, verästelten, mehr oder weniger stark pigmenthaltigen Zellen durchsetzt ist. Elastische Fasern finden sich nur in der unmittelbaren Umgebung der das Stroma durchsetzenden gröberen Blutgefäße. In das Irisstroma eingebettet liegt ganz dicht am Pupillarrand, der hinteren Irisfläche näher als der vorderen, der M. sphincter pupillae (*musphipup*). Seine im Meridionalschnitt quer getroffenen, glatten Muskelfasern bilden einen die Pupille umkreisenden Muskelring. Auf der Irisvorderfläche verdichtet sich das Irisstroma zur vorderen Grenzschicht, der dann gegen die vordere Kammer zu noch das vordere Irisepithel aufliegt, eine nicht immer kontinuierliche, einfache Lage platter Zellen. Sie setzt sich lateral auf die Fasern des Lig. pectinatum iridis fort und endet medial am Pupillarrand. Die Hinterfläche der Iris wird überzogen von der Pars iridica retinae, die ebenfalls am Pupillarrand endet.

Die Linse des Kaninchens (*li*) stellt einen bikonvexen Körper dar, dessen Vorder- und Hinterfläche am Äquator mit leicht abgerundeter Kante ineinander übergehen. Die Vorderfläche ist etwas schwächer gewölbt als die Hinterfläche. Der äquatoriale Durchmesser beträgt bei 4—6 Wochen alten Tieren 6—7 mm, der Dickendurchmesser 4—5 mm.

Von der Vogellinse unterscheidet sich die Linse des Kaninchens, wie die aller Säugetiere, durch das Fehlen eines Ringwulstes. Die Linse wird äußerlich vollständig überzogen von der Linsenkapsel (*lika*), einer homogenen, strukturlosen Membran. Sie hat auf der vorderen (vordere Linsenkapsel) und hinteren Linsenfläche (hintere Linsenkapsel) eine gleichbleibende Dicke von 5—6 μ. Der Hinterfläche der vorderen Linsenkapsel legt sich das Linsenepithel (*liep*) an, eine einfache Lage kubischer Zellen. Am vorderen Linsenpol hat das Epithel eine Dicke von 10—12 μ, in der Nähe des Linsenäquators werden die Zellen allmählich höher, wobei die Kerne von der Linsenkapsel abrücken. Im Äquator

gehen die Zellen des Linsenepithels in die Linsenfasern über, indem sie stark in die Länge wachsen und sich mit ihrem Vorderende über die vorhergehenden Zellen herüberlegen. Indem die Kerne nun in die Fasermitte zu liegen kommen, entfernen sie sich ganz von der Linsenkapsel und bilden im Meridionalschnitt einen winklig abgeknickten Streifen, den Linsenwirbel (*liwi*).

Die Linsenfasern bilden die weitaus überwiegende Masse der Linsensubstanz. Es sind langgestreckte, prismatische Fasern, welche sämtlich in ihrem Verlauf den Linsenäquator überschreiten, also von einem Punkt der vorderen Linsenhälfte zu einem Punkt der hinteren Linsenhälfte reichen. Hier treffen die Linsenfasern in je drei bis sechs sternförmig von der Linsenmitte ausstrahlenden Ebenen zusammen. Es entstehen so die beiden Linsensterne, die man am besten beobachten kann, wenn man die frische Linse für 24 Stunden in 2 %ige Sublimatlösung einlegt. Sie sind so gestellt, daß die Radien des vorderen Sterns, den Interradien des hinteren Sterns entsprechen. Die Linsenfasern sind in radiär gestellten Blättern angeordnet. In jedem Blatte kann man wieder regelmäßig sechseckige Randfasern, platte Übergangsfasern und unregelmäßige Zentralfasern unterscheiden. Jede Rand- und Übergangsfaser besitzt im Äquator einen Kern, den Zentralfasern fehlen die Kerne. Innerhalb der Blätter sind die Fasern durch eine Kittsubstanz fest miteinander verbunden, ebenso sind die einzelnen Linsenblätter wieder miteinander verkittet. Die Rand- und Übergangsfasern sind weich und elastisch, die starren Zentralfasern bilden in ihrer Gesamtheit den Linsenkern.

Die Linse ist mit dem Ziliarkörper durch ein Aufhängeband verbunden, die Zonula ciliaris (*zoci*), ein System feiner Fasern, das vom Epithel der Pars ciliaris retinae zur Vorder- und Hinterfläche der Linse und zum Linsenäquator ausstrahlt. Bei der Kontraktion des Ziliarmuskels erschlafft die Zonula, die Linse wird infolge der Elastizität ihrer Randfasern stärker gewölbt, bei der Erschlaffung des Ziliarmuskels führt der von der Zonula auf die Linse ausgeübte Zug zu einer Abplattung der letzteren (Akkommodation).

Die Netzhaut (Fig. 5 *ret*) hat in der Umgebung des Sehnerveneintritts, der Papilla n. optici (*pap*) eine Dicke von 200—250 μ und verdünnt sich distalwärts langsam auf 80—100 μ. Dann fällt sie plötzlich steil ab und geht in die Pars ciliaris retinae über. Dieser Steilabfall markiert sich im Bulbus schon makroskopisch als buchtige Linie und wird als Ora serrata (*ose*) bezeichnet. Die Pars ciliaris retinae überzieht die Innenfläche des Ziliarkörpers und die Ziliarfalten und setzt sich an der Iriswurzel als Pars iridica retinae auf die Hinterfläche der Iris fort, um am Pupillarrand zu enden.

Die Pars optica retinae, d. h. der von der Papille bis zur Ora serrata reichende Teil der Netzhaut zeigt folgenden Bau (Fig. 6). Das der Basalmembran der Chorioidea (*bame*) unmittelbar aufliegende Pigmentepithel (*pgep*) ist eine einfache Lage kubischer Zellen mit kugligem oder etwas abgeplattetem Kern. Die proximale Zellhälfte ist pigmentfrei, die distale enthält Pigment in Form schwarzbrauner Körnchen. Von den Zellfortsätzen ist im Hellauge nichts zu erkennen.

Das Neuroepithel (*neuep*) enthält Stäbchen und Zapfen. Die Stäbchen haben eine Länge von 20—25 μ, die Zapfen sind nur 12—15 μ lang. Das Innenglied der Stäbchen ist schmal zylindrisch, das der Zapfen dicker, tonnenförmig.

Das lange, fadenartige Außenglied der Stäbchen reicht bis zum Pigmentepithel, bei den Zapfen ist es kürzer. Das Innenglied enthält bei Stäbchen und Zapfen ein wenig deutliches Ellipsoid. In den distalsten Abschnitten der Pars optica werden zwei Zapfen durch fünf bis sechs Stäbchen getrennt, in den zentralen Teilen nehmen die Zapfen an Zahl zu, werden aber länger und schlanker.

Die äußere Körnerschicht (*äukösch*) enthält die Zellkörper der Stäbchen- und Zapfensehzellen mit ihren Kernen und wird von dem Neuroepithel getrennt durch die Limitans externa (*lie*). Die Zapfenkörner liegen der letzteren immer dicht an, die Stäbchenkörner ordnen sich zu mindestens fünf bis sechs Reihen übereinander an. Ihre große Zahl und der Chromatinreichtum ihrer Kerne macht die äußere Körnerschicht zur markantesten aller Netzhautschichten. Das Chromatin der Stäbchensehzellenkerne bildet eine kompakte Masse, welche durch einen achromatischen Streifen in zwei Halbkugeln zerfällt.

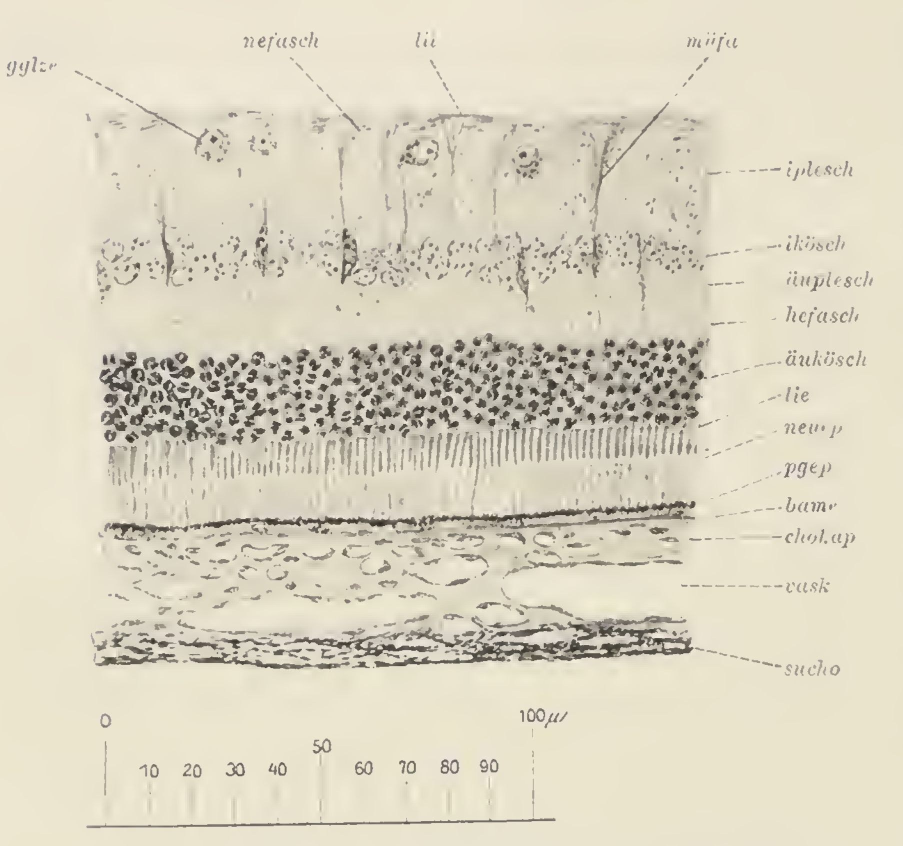


Fig. 6. Netzhaut und Chorioidea vom Kaninchen.
sucho Suprachorioidea, *vask* Vaskulosa, *chokap* Choriokapillaris, *bame* Basalmembran, *pgep* Pigmentepithel, *neuep* Neuroepithel, *lie* Limitans externa, *äukösch* äußere Körnerschicht, *äuplesch* äußere plexiforme Schicht, *hefasch* Henlesche Faserschicht, *ikösch* innere Körnerschicht, *iplesch* innere plexiforme Schicht, *müfa* Müllersche Fasern, *lii* Limitans interna, *gglze* Ganglienzellen.

Die immer ziemlich breite Henlesche Faserschicht (*hefasch*) zeigt eine senkrechte Streifung, bedingt durch die sie durchsetzenden Stäbchen- und Zapfenfasern.

Die äußere plexiforme Schicht (*äuplesch*) ist wesentlich schmaler. An ihrer proximalen Grenze enden die Zapfenfasern mit breiten Füßen, während die Stäbchenfasern erst später in kleinen Knöpfchen auslaufen.

Die innere Körnerschicht (*ikösch*) ist nur wenig mächtig und läßt zwei bis höchstens drei Lagen zumeist auffallend großer Kerne erkennen. An günstigen Stellen unserer Biondi- oder Eisenhämatoxylinpräparate kann man drei Arten von Kernen unterscheiden. Die einen sind 6—8 μ groß, regelmäßig kuglig, mit lichtem Chromatinnetz, die anderen sind ebenfalls sehr licht, aber kleiner und oval und die dritten endlich sind exquisit länglich und chromatinreich. Daß die letzteren den Müllerschen Fasern (*müfa*) zugehören, läßt unser Präparat deutlich erkennen. Ihre scharf gefärbten Fibrillen splittern sich in der Nervenfaserschicht zu konischen Büscheln auf und enden in der Limitans interna. Proximalwärts lassen sie sich eng zusammengeschlossen bis zur Limitans externa verfolgen. Die vitale Methylenblaufärbung, die in bekannter Weise (S. 4 u. 20) ausgeführt, beim Kaninchen sehr gute Resultate an der Netzhaut ergibt, zeigt

uns, daß die großen kugligen Kerne der inneren Körnerschicht den amakrinen Zellen angehören. Ihr birnenförmiger Zellkörper schickt einen einzigen Fortsatz in die folgende Schicht, wo er sich in verschiedenen Ebenen horizontal verzweigt. Die ovalen Kerne schließlich gehören den bipolaren Zellen an. Sie sind in der Kaninchennetzhaut auffallend spärlich vertreten, der periphere Fortsatz tritt entweder an der Grenze zwischen der äußeren plexiformen und der Henleschen Faserschicht mit einem Zapfenfuß in Verbindung oder er nimmt in sein Endbüschel in der äußeren plexiformen Schicht zahlreiche Stäbchenkörner auf. Der zentrale Fortsatz tritt in die innere plexiforme Schicht (*iplesch*) ein.

Die Ganglienzellen (*gglze*) sind im großen und ganzen sehr spärlich vertreten, nur in der Area centralis schließen sie sich dichter zusammen und lagern sich in mehreren Reihen übereinander, sonst werden sie durch mehr oder weniger weite Zwischenräume getrennt. Die in der Mehrzahl vom Zellkörper abgehenden Dendriten verzweigen sich in verschiedenen Höhen der inneren plexiformen Schicht und treten hier mit den zentralen Ausläufern der bipolaren und den Ausbreitungen der amakrinen Zellen in Verbindung. Jede Ganglienzelle entsendet einen Neuriten als Nervenfaser in die Nervenfaserschicht.

Die letztere (*nefasch*) ist in den meisten Teilen der Pars optica nur sehr dünn, nur zu beiden Seiten der Papille schwillt sie stark an und enthält hier im Gegensatz zu den meisten übrigen Säugetieren markhaltige Nervenfasern. Diese Markstreifen treten schon bei makroskopischer Betrachtung des Augenhintergrundes als stark glänzende, weiße Streifen hervor. Der eine strahlt von der Papille temporal, der andere nasal aus in einer Länge von 4—6 mm. Ventral von den Markstreifen verdickt sich die Netzhaut zu der etwa 3 mm breiten streifenförmigen Area centralis oder Sehleiste. Hier sind die einzelnen Netzhautschichten am besten ausgebildet und das Neuroepithel enthält überwiegend Zapfen.

Die Papilla n. optici (Fig. 5 *pap*) liegt nasal von der Mitte des Augenhintergrundes; sie ist tief, trichterförmig und aus ihr treten die A. und V. centralis retinae hervor, um sich auf der Netzhautoberfläche zu verzweigen.

Die Pars ciliaris retinae überzieht als Fortsetzung der Pars optica Ziliarkörper und Ziliarfalten. Sie hat eine Dicke von 20—25 μ und besteht aus zwei Schichten hochkubischer Zellen. Die äußere Zellschicht ist die Fortsetzung des Pigmentepithels. Ihre Zellen sind so stark mit Pigment erfüllt, daß sich weder Kerne noch Zellgrenzen erkennen lassen. Die innere Schicht, die Fortsetzung des inneren Netzhautblattes, ist pigmentfrei. Von ihren Zellen gehen die Zonulafasern aus.

An der Iriswurzel nehmen auch die Zellen des inneren Blattes Pigment auf, die Pars ciliaris geht in die Pars iridica retinae über und bekleidet nun als 30—40 μ dicker Streifen die Hinterfläche der Iris bis zum Pupillarrand. Entfernt man durch sukzessive Behandlung der Schnitte mit Kaliumpermanganat und schwefliger Säure das Pigment, so treten die beiden Zellschichten klar hervor. Die Zellen des Innenblattes sind groß, blasig, die des Außenblattes kleiner, niedrig kubisch. Die letzteren schicken muskulöse Fortsätze aus, die sich gegen das Stroma iridis zur Bildung einer dünnen Membran, der Bruchschen Membran, aneinanderlegen. Ihre Myofibrillen verlaufen radiär und

stellen in ihrer Gesamtheit den M. dilatator pupillae dar. Am Pupillarrand gehen beide Blätter der Pars iridica retinae ineinander über.

Die Blutgefäße des Bulbus stammen aus den beiden Aa. ophthalmicae, von denen die schwächere obere aus der A. carotis interna, die stärkere untere aus der A. carotis externa kommt. Beide Arterien anastomosieren miteinander und senden Zweige zu den Augenmuskeln, ferner die Aa. ciliares breves und longae zum Bulbus und die A. centralis retinae, die in den Sehnerven eintritt und in seiner Achse zum Bulbus gelangt. Bevor die letztere aus der Papille hervortritt, spaltet sie sich in einen nasalen und temporalen Ast, die sich auf der Limitans interna ausbreiten und mit ihren Zweigen in die Nervenfaserschicht eindringen. Die Blutgefäße der Chorioidea, Iris und des Ziliarkörpers stammen aus den Ziliargefäßen, welche in der Umgebung des Sehnerven die Sklera durchbohren und mit der A. centralis retinae anastomosieren.

Das venöse Blut des Bulbus wird abgeführt einmal durch die V. centralis retinae, ferner durch die vier Vv. vorticosae; eine in jedem Quadranten sammelt das Chorioidealblut und setzt sich in eine V. ciliaris posterior fort. Die Vv. ciliares anteriores sammeln das Blut aus den vorderen Bulbusteilen. Die Venen des Bulbus treten zur Bildung einer V. ophthalmica superior und inferior zusammen, von denen sich die erstere in den Sinus cavernosus, die letztere in die V. maxillaris interna ergießt.

Die Nerven des Bulbus stammen, abgesehen vom Sehnerven, aus dem N. nasociliaris, einem Zweige des Ramus ophthalmicus n. trigemini und dem Ganglion ciliare. Das letztere liegt als kleines, weißliches Knötchen dem Sehnerven dicht an und nimmt drei Wurzeln auf, eine motorische aus dem Ramus inferior n. oculomotorii, eine sensible aus dem N. nasociliaris und eine sympathische aus dem Plexus caroticus. Das Ganglion besteht aus multipolaren, sympathischen Nervenzellen und entsendet die Nn. ciliares breves, welche zusammen mit den vom N. nasociliaris sich abzweigenden N. ciliares longi in der Umgebung des Sehnerven zum Bulbus gelangen, die Sklera durchbohren und zwischen ihr und der Chorioidea distalwärts verlaufen. Dabei geben sie Zweige an die Chorioidealgefäße ab, die diese mit weitmaschigen Netzen umspinnen, und treten schließlich in den Plexus ciliaris des Ziliarkörpers ein. Er ist mit spärlichen Ganglienzellen durchsetzt und entsendet motorische Fasern für den Ziliarmuskel und sensible, welche zwischen den Muskelbündeln in baumförmige Verästelungen auslaufen. Ferner kommen aus dem Ziliarplexus die Fasern für die Iris und bilden im Irisstroma einen weitmaschigen, dickbalkigen Plexus. Schließlich entsendet der Ziliarplexus auch noch die Hornhautnerven, die in zahlreichen Stämmchen in radiärem Verlauf in die Grundsubstanz eindringen, wo sie sich in einen weitmaschigen Grundplexus auflösen. Aus ihm treten feine Stämmchen in schrägem Verlauf zum vorderen Epithel und bilden zwischen Epithel und Grundsubstanz einen zweiten engmaschigen Plexus, aus dem schließlich die Terminalfasern ins Epithel eindringen, sich hier baumförmig verästeln und frei zwischen den Epithelzellen enden.

Die Nerven des Bulbus lassen sich mit der vitalen Methylenblauinjektion sehr schön darstellen. Man wählt für solche Versuche albinotische Tiere und enukleiert die Bulbi $1/_2$ Stunde nach der Injektion. Von dem einen Bulbus schneidet man die Hornhaut mit dem Rasiermesser ab und überträgt sie sofort in die Fixationslösung, da sich die Hornhautnerven schon sehr frühzeitig bläuen. Die ausgelöste Iris und Netzhaut

verbringt man zur Bläuung in die feuchte Kammer und verarbeitet sie zu Flächenpräparaten. Das andere Auge wird im Äquator halbiert. Nachdem Glaskörper und Linse vorsichtig entfernt sind wird es ebenfalls in die feuchte Kammer übertragen und später zu Schnittpräparaten verarbeitet.

Zur Bewegung des Bulbus dienen sieben quergestreifte Muskeln, vier gerade, zwei schiefe und der M. retractor bulbi. Sie eignen sich infolge ihrer geringen Dicke sehr gut zum Studium der Nervenausbreitung und -endigung an vital mit Methylenblau injizierten Tieren.

Als Schutzorgane sind dem Bulbus drei Augenlider angegliedert, ein Oberlid, ein Unterlid und die Nickhaut. Ober- und Unterlid sind im wesentlichen gleich gebaut und lassen auf Querschnitten einen Haut- und einen Konjunktivalteil erkennen (Fig. 7). Auf seiner Außenfläche wird das Lid über-

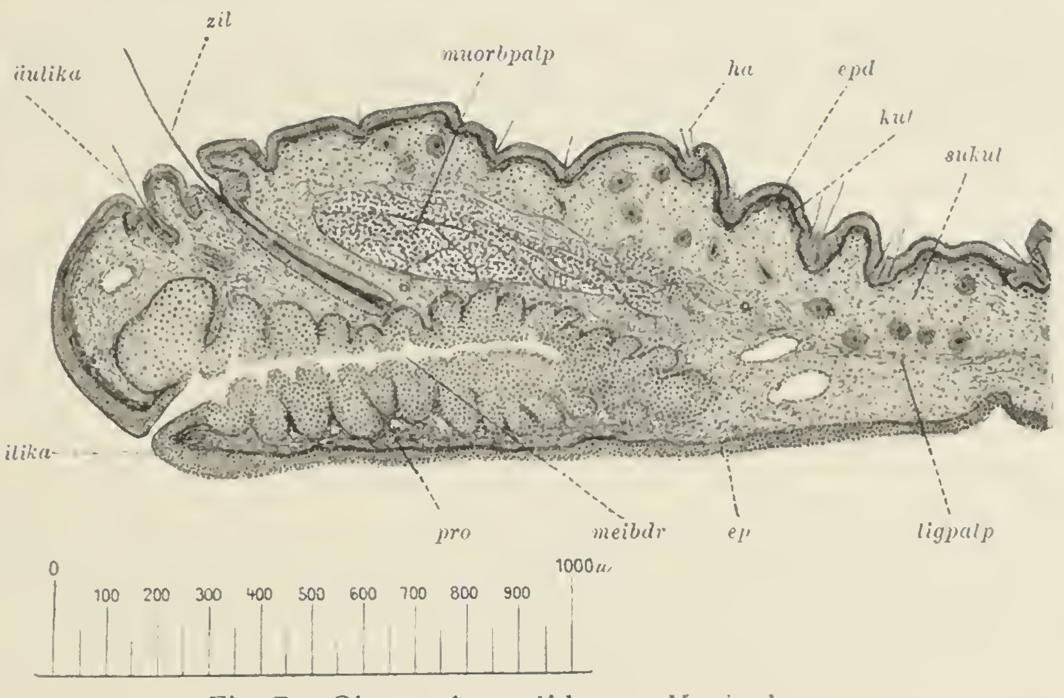


Fig. 7. Oberes Augenlid vom Kaninchen.
sukut Subkutis, *kut* Kutis, *epd* Epidermis, *ha* Haare, *muorbpalp* M. orbicularis palpebrarum, *zil* Zilie, *äulika* äußere Lidkante, *ilika* innere Lidkante, *pro* Propria der Coniunctiva palpebralis, *meibdr* Meibomsche Drüse, *ep* Epithel der Coniunctiva palpebralis, *ligpalp* Lig. palpebrale.

zogen von einer dünnen, verhornten Epidermis (*epd*). Indem sie sich an der äußeren Lidkante (*äulika*) auf den freien Lidrand umschlägt, verdickt sie sich, überzieht die innere Lidkante (*ilika*) und geht auf der Lidinnenfläche über in das Epithel der Conjunctiva palpebralis (*ep*). Das letztere zeigt keine Hornschicht mehr, ändert aber im übrigen seinen Charakter nur ganz allmählich, indem die oberflächlichste Zellschicht zunächst kubisch, dann niedrig zylindrisch wird, so daß wir schließlich ein geschichtetes Zylinderepithel haben. Unter der Epidermis liegt eine dünne Kutis (*kut*), die sich nur sehr wenig gegen die mächtige, lockere Subkutis (*sukut*) absetzt.

In der Lidhaut stecken zahlreiche, feine, zu kleinen Gruppen angeordnete Härchen (*ha*), deren Haarbälge tief in die Subkutis eingepflanzt sind. In die letzteren münden auch hier kleine Talgdrüsen. An der äußeren Lidkante ragen die langen, steifen Zilien (*zil*) in einfacher oder doppelter Reihe hervor und dringen mit ihren Wurzeln schräg durch die ganze Dicke des Hautteils hindurch.

Auf die Subkutis folgt die Fasermasse des M. orbicularis palpebrarum (*muorbpalp*). Seine auffallend dünnen, quergestreiften Fasern sind zu primären und sekundären Bündeln zusammengefaßt und verlaufen parallel zur Lidkante.

Der Muskel reicht distalwärts nur bis zu den Zilien, proximal schließt sich an ihn das Lig. palpebrale (*ligpalp*), das Haut- und Konjunktivalteil des Lides voneinander trennt und im Oberlid sich in die Sehne des M. levator palpebrae superioris, im Unterlid in den M. depressor palpebrae inferioris fortsetzt.

Der Konjunktivalteil wird zum großen Teil eingenommen von den Meibomschen Drüsen (*meibdr*), enorm vergrößerten Talgdrüsen, die an der inneren Lidkante ausmünden. Die Drüsen stehen senkrecht zum Lidrand, in einfacher Reihe, 40—50 in jedem Lid dicht nebeneinander und erreichen eine Länge von 1—2 mm. Der einfache Drüsenschlauch ist ringsum besetzt mit großen kugligen Alveolen. Das geschichtete Plattenepithel des Lidrandes schlägt sich in den Ausführungsgang über und füllt dann die Alveolen vollkommen aus. Die Zellen sind hier mit feinen Fettröpfchen erfüllt, zerfallen im Zentrum der Alveolen, werden ausgestoßen und bilden dann ein talgartiges Sekret, das Sebum palpebrale.

Die Propria der Conjunctiva palpebralis (*pro*) ist im Bereiche der Meibomschen Drüsen außerordentlich dicht gefügt, ohne daß es, wie bei höheren Säugern und beim Menschen, zur Bildung einer besonderen Lidplatte, eines Tarsus, kommt. Proximalwärts lockert sich die Propria stark auf und bildet zahlreiche, vom Konjunktivalepithel überzogene Falten, enthält auch stets größere Mengen von Lymphozyten und kleine Lymphfollikel.

Im Fornix geht die Conjunctiva palpebrarum in die Conjunctiva bulbi über, welche durch ein lockeres, subkonjunktivales Bindegewebe mit der Sklera verbunden ist. Auch hier zeigt die Schleimhaut zahlreiche Falten. Das Epithel ist ein niedriges, zweischichtiges Zylinderepithel mit zahlreichen Becherzellen. Kurz vor der Korneoskleralgrenze geht es in ein geschichtetes Plattenepithel über, dessen Fortsetzung dann das vordere Hornhautepithel bildet.

Die Nickhaut, Palpebra tertia, ist eine im nasalen Augenwinkel gelegene Falte der Conjunctiva bulbi und wird durch eine dünne, rundliche Knorpelplatte gestützt. An der dem Bulbus zugewandten, konkaven Lidfläche finden sich innerhalb der Propria zahlreiche kleine Lymphfollikel; in der Tiefe des Lids liegt die Nickhautdrüse, Glandula palpebrae tertiae superficialis und mündet mit mehreren kurzen Ausführgängen auf der konkaven Lidfläche. Es ist eine zusammengesetzte, verzweigte, tubuloalveoläre Drüse mit azidophil gekörntem, sezernierendem Epithel.

Die Augenhöhle des Kaninchens beherbergt, abgesehen von der eben erwähnten Nickhautdrüse, noch drei größere Drüsen, die Hardersche Drüse, die Tränendrüse und die Infraorbitaldrüse.

Die Hardersche Drüse, Gl. palpebrae tertiae profunda, liegt im nasalen Augenwinkel und erstreckt sich von hier an der nasalen Orbitalfläche nach hinten in einer Länge von 2 cm. Sie läßt frisch einen kleinen, weißlichen Oberlappen und einen größeren, rötlichen Unterlappen erkennen, die sich beide wieder aus zahlreichen kleinen Läppchen aufbauen. Der am unteren Nickhautrand mündende Ausführungsgang teilt sich innerhalb der Drüse in zahlreiche interlobuläre Gänge; aus der Verzweigung der in die Läppchen eindringenden intralobulären Gänge entstehen die Drüsentubuli, die wieder mit endständigen Alveolen besetzt sind. Tubuli und Alveolen zeigen in den beiden Hauptlappen der Drüse ein verschiedenes Aussehen. Im Oberlappen sind die auskleidenden Zellen schmal zylindrisch mit basal gelegenem kugligem Kern. Das netzmaschige

Protoplasma enthält feine azidophile Körnchen. Im Unterlappen sind die Zellen bedeutend breiter und die Kerne liegen bald basal, bald näher dem Lumen. Der Zelleib enthält große, mit groben Sekretkörnern erfüllte Hohlräume und im Protoplasma finden sich feine Fettröpfchen. Die Ausführungsgänge werden in beiden Lappen ausgekleidet von einem einfachen Zylinderepithel mit zahlreichen Becherzellen.

Die rundliche Tränendrüse, Gl. lacrymalis, ist bedeutend kleiner als die HARDERsche Drüse. Sie liegt im temporalen Augenwinkel und entsendet mehrere Ausführungsgänge, die sich in der Konjunktiva des Oberlids öffnen. In ihrem Bau gleicht sie der Nickhautdrüse.

Die Gl. infraorbitalis gehört nur topographisch der Augenhöhle an, ist aber im übrigen eine Speicheldrüse und wird bei den Mundhöhlendrüsen abgehandelt werden.

Die Tränen werden abgeführt durch ein Tränenröhrchen, das sich im nasalen Augenwinkel in dem in der Konjunktiva des Unterlids dicht am Lidrand gelegenen Punctum lacrymale öffnet. Es läuft von hier 10 mm weit nach vorn und ergießt sich in den 30—40 mm langen Ductus nasolacrymalis, der dicht vor der vorderen Nasenmuschel in die Nasenhöhle mündet. Das Tränenröhrchen ist anfangs von geschichtetem Plattenepithel, später von geschichtetem Zylinderepithel ausgekleidet.

3. Das Gehörorgan.

Das Gehörorgan des Kaninchens setzt sich zusammen aus dem von einem knöchernen Labyrinth umschlossenen häutigen Labyrinth oder inneren Ohre, zweitens dem Mittelohr oder der Paukenhöhle mit ihrem Inhalt und drittens dem äußeren Ohre. Bei dem letzteren gliedert sich dem äußeren Gehörgang noch die Ohrmuschel als ein nur den Säugetieren zukommendes Organ an. Mit Ausnahme der Ohrmuschel liegen alle Teile des Gehörorgans im Schläfebein, und es dürfte sich deshalb zur besseren Orientierung eine kurze Betrachtung dieses Knochens am mazerierten Schädel empfehlen.

Das Schläfebein setzt sich zusammen aus drei verschiedenen Knochen, welche bei älteren Tieren ziemlich fest miteinander verwachsen sind, bei jüngeren sich jedoch leicht voneinander trennen lassen. Von diesen drei Knochen ist der dorsalste, die Pars squamosa, für uns ohne Interesse, die beiden anderen, Pars petromastoidea und tympanica bilden, zusammen das Felsenbein und kommen für die Umhüllung des Gehörorgans allein in Frage.

Sehen wir uns den mazerierten Kaninchenschädel von lateral her an (Fig. 8), so springt in seinem kaudalsten Abschnitt, dicht hinter dem Ramus mandibulae (*rama*), von dessen Incisura semilunaris posterior (*isepo*) umrahmt, eine bauchige, pulverhornförmige Hervorragung der Lateralfläche des Schädels hervor, die Pars tympanica. Ihre Längsachse bildet mit der Schädelachse einen Winkel von 120°. Dorsalwärts führt in sie hinein das schräg gestellte, ovale Foramen acusticum externum (*foacex*) und öffnet sich in den weiten Meatus acusticus externus (*meacex*), den knöchernen äußeren Gehörgang, der sich ventralwärts zu einer dünnwandigen Knochenblase, der Bulla tympani, erweitert. Kaudalwärts stößt an den knöchernen Gehörgang der unregelmäßige, wenig hervortretende Proc. mastoideus (*proma*), der sich an den Proc. paramastoideus des

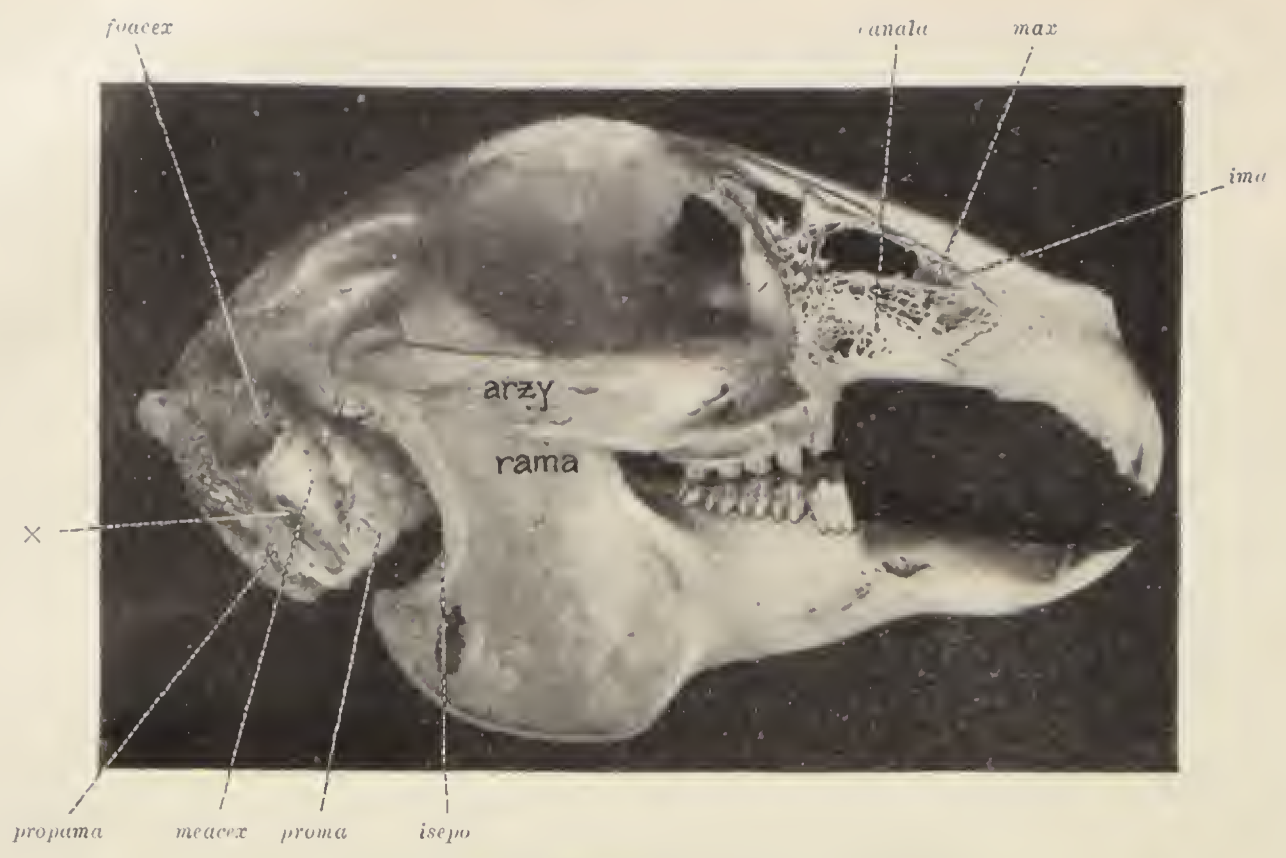


Fig. 8. Kaninchenschädel (laterale Ansicht).
arzy Arcus zygomaticus, *rama* Ramus mandibulae, *isepo* Incisura semilunaris posterior, *proma* Processus mastoideus, *meacex* Meatus acusticus externus, *propama* Processus paramastoideus, × Foramen stylomastoideum, *foacex* Foramen acusticum externum, *canala* Canalis nasolacrimalis, *max* Maxillare, *ima* Intermaxillare.

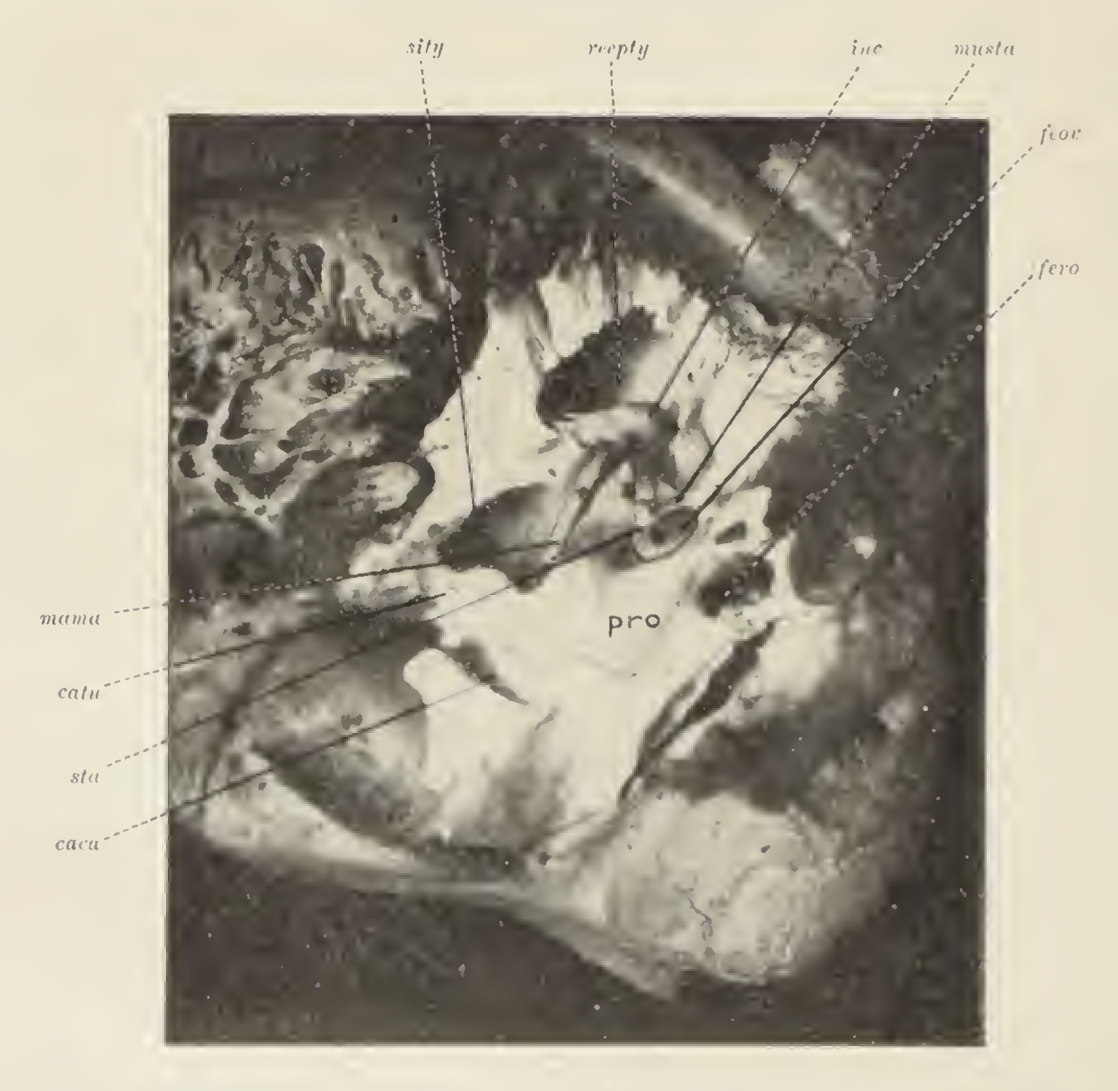


Fig. 9. Schädel vom Kaninchen nach Absprengung der Pars tympanica.
caca Canalis caroticus, *sta* Steigbügel, *catu* Canalis tubarius, *mama* Hammerhandgriff, *sity* Sinus tympani, *reepty* Recessus epitympanicus, *inc* Ambos, *musta* M. stapedius, *feor* ovales Fenster, *fero* rundes Fenster, *pro* Promontorium.

Okzipitale (*propama*) anlegt. In der Furche zwischen Gehörgang und Warzenfortsatz erscheint das Foramen stylomastoideum (×), durch welches der Fazialis das Felsenbein verläßt. Ventral legt sich die Bulla mit dem Proc. tympanicus der Lateralfläche des Okzipitalkörpers an. In der Furche zwischen beiden liegt das Foramen caroticum, durch das die A. carotis interna in den Karotidenkanal eintritt.

Setzt man nun in der Naht zwischen Proc. tympanicus und Okzipitale einen kleinen Meisel ein, so kann man bei jüngeren Tieren sehr leicht die Pars tympanica vom Schädel absprengen und hat dann die mediale Wand der knöchernen Paukenhöhle frei vor sich (Fig. 9). Ihre Hauptmasse wird gebildet durch das wulstig in die Paukenhöhle vorragende Promontorium (*pro*), über welches als ganz seichte Rinne der Sulcus Jacobsonii für den gleichnamigen, vom Ganglion petrosum kommenden Nerven verläuft. Die Achse des Promontoriums verläuft ungefähr parallel mit der Schädelbasis und bildet mit der Achse des äußeren Gehörgangs einen Winkel von 60°. Es birgt in seinem Innern die knöcherne Schnecke, deren Windungen äußerlich kaum hervortreten. Kaudal vom Promontorium führt die Fenestra rotunda (*fero*) in den Anfangsteil des knöchernen Schneckengangs, rostral und dorsal von ihm liegt die Fenestra ovalis (*feov*), durch die Fußplatte des Steigbügels verschlossen, noch weiter rostral senkt sich die Wand des Promontoriums in den tiefen Sinus tympani (*sity*) ein. Schließlich läuft das Promontorium in eine freistehende Spitze aus. Die tiefe, ventral von ihr gelegene Rinne ist der Canalis carotis (*caca*), die seichte dorsale Rinne der Canalis tubarius (*catu*).

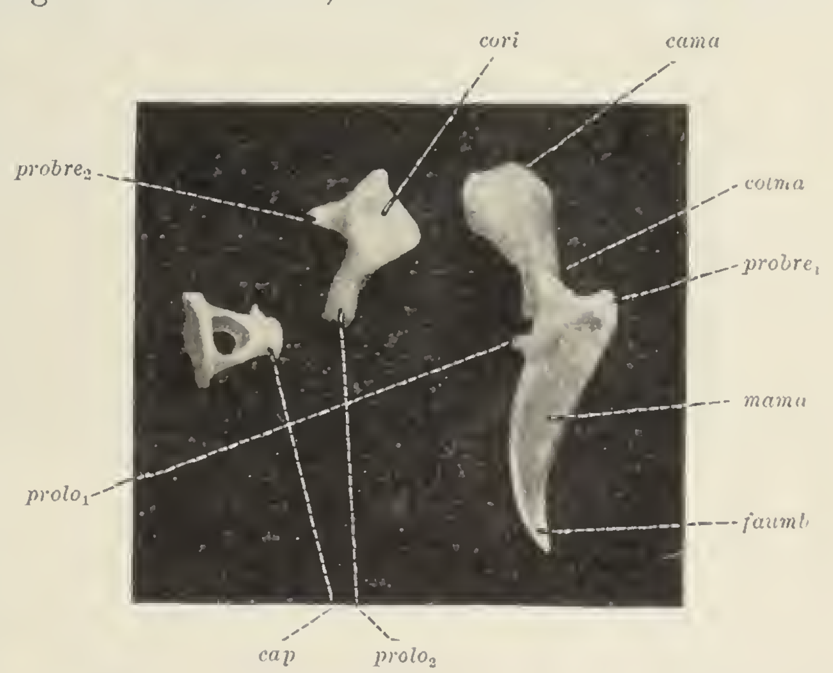


Fig. 10. Gehörknöchelchen vom Kaninchen. *cama* Hammerkopf, *colma* Hammerhals, *probre*$_1$ kurzer Hammerfortsatz, *mama* Hammerhandgriff, *faumb* Facies umbilicalis, *prolo*$_1$ langer Hammerfortsatz, *cori* Amboßkörper, *prolo*$_2$ langer Amboßfortsatz, *probre*$_2$ kurzer Amboßfortsatz, *cap* Köpfchen des Steigbügels.

Nun entfernen wir die Gehörknöchelchen und studieren ihre Form bei schwacher Lupenvergrößerung (Fig. 10). Am Hammer, Malleus (*mal*), haben wir den sichelförmigen Handgriff (*mama*) mit der breiten Verbindungsfläche für das Trommelfell, welche in die Facies umbilicalis (*faumb*) ausläuft. Auf dem anderen Ende läuft das Manubrium in den Proc. brevis (*probre*$_1$) aus. Vom Handgriff setzt sich gut der dünne Hammerhals (*colma*) ab, der die Verbindung mit dem Kopf (*cama*) vermittelt. Der letztere trägt auf seiner dorsomedianen Fläche die Gelenkfläche für das Hammer-Amboßgelenk. Vom Hammerhals geht rostral der Proc. longus ab (*prolo*$_1$), der sich in die Spalte zwischen Pars petrosa und Pars tympanica einlagert.

Am Ambos, Incus (*inc*), der die Gestalt eines zweiwurzligen Backzahns zeigt, haben wir den Körper (*cori*) mit der Gelenkfläche für das Hammer-Amboßgelenk. Der vom Körper abgehende Proc. longus (*prolo*$_2$) bildet mit dem Hammer-

handgriff einen Winkel von 30°. An seinem ventralen Ende ist er medianwärts abgeknickt. Hier sitzt ihm das winzige Ossiculum Sylvii auf, das die Gelenkfläche für das Amboßsteigbügelgelenk trägt. Rostral geht vom Amboßkörper der Proc. brevis (*probre*$_2$) ab; er steht ungefähr horizontal und ist mit der Paukenhöhlenwand durch ein kurzes Ligament verbunden. Hammerkopf und Amboßkörper liegen in einem glattwandigen, dorsal sich an die Paukenhöhle anschließenden Raume, dem Recessus epitympanicus (Fig. 9 *reepty*).

Der Steigbügel, Stapes (*stap*), steht mit seiner Längsachse senkrecht zum Proc. longus des Amboß. Er hat ganz die Form eines kleinen Steigbügels mit Fußplatte, zwei Schenkeln und dem die letzteren verbindenden Köpfchen (*cap*). Kaudal ragt an letzterem ein kleiner Knochenvorsprung heraus, an dem

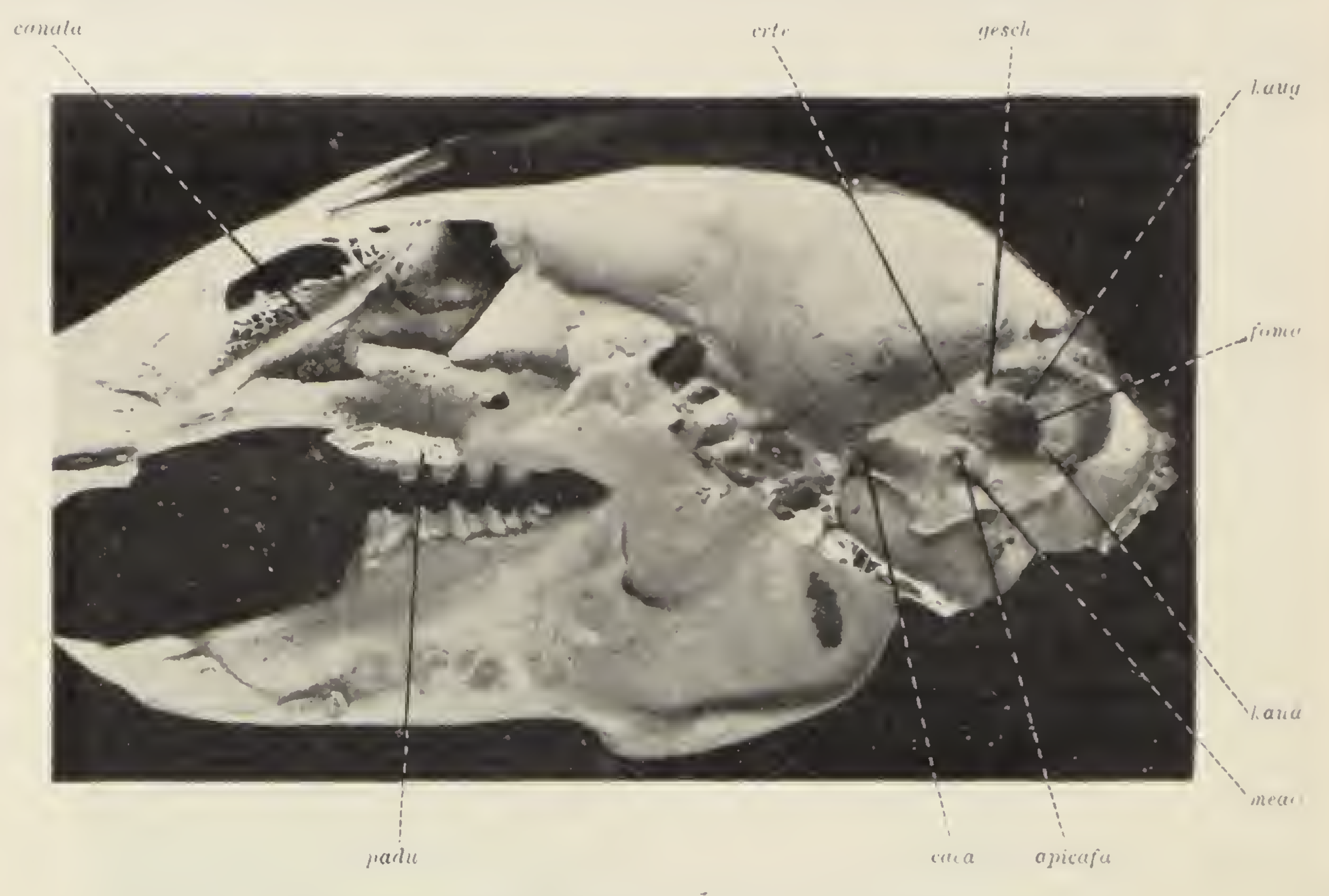


Fig. 11. Kaninchenschädel (mediale Ansicht des halbierten Schädels).
crte Crista tentorii, *gesch* gemeinsamer Schenkel der vertikalen Bogengänge, *kaug* kaudaler Bogengang, *foma* Fossa mastoidea, *kana* kaudale Ampulle, *meaci* Meatus acusticus internus, *apicafa* Apertura interna canalis facialis, *caca* Canalis caroticus, *padu* Palatum durum, *canala* Canalis nasolacrimalis.

sich die Sehne des M. stapedius ansetzt. Dieser Steigbügelmuskel, der an unserem Situspräparat (Fig. 9 *musta*) noch gut erhalten ist, kommt aus der in der kaudalen Paukenhöhlenwand gelegenen Fossa muscularis minor. Der zweite der Paukenhöhlenmuskeln, der M. tensor tympani, ist in unserem Präparat nicht mehr erhalten. Er kommt aus der Fossa muscularis major der rostralen Paukenhöhlenwand. Seine Sehne biegt um den schnabelförmigen Fortsatz dieser Grube herum und zieht quer kaudal zum Hammerhals. Bei seiner Kontraktion zieht er den Hammerhandgriff nach innen und spannt dadurch das Trommelfell.

Schließlich wollen wir noch kurz die in die Schädelhöhle sehende Innenfläche des Felsenbeins betrachten (Fig. 11). Sie wird durch die scharfe Crista tentorii (*crte*) in eine rostrale glatte und eine kaudale unregelmäßige Abteilung zerlegt. Vor dem rostralen Ende dieser Leiste liegt das Foramen lacerum, unter

dem sich der Canalis caroticus öffnet (*caca*). Die kaudale Abteilung wird wieder durch eine flache Horizontalleiste in eine dorsale und ventrale Abteilung zerlegt. Die erstere wird fast vollständig eingenommen durch die geräumige Fossa mastoidea (*foma*), in die sich ein Teil des Kleinhirns einlagert. Die ventrale Abteilung zeigt dicht nebeneinander zwei Löcher; durch das vordere, Apertura interna canalis facialis (*apicafa*), tritt der Fazialis in das Felsenbein ein, die hintere stellt den inneren Gehörgang, Meatus acusticus internus (*meaci*) dar. Sie wird verschlossen durch die von zahlreichen Löchern durchsetzte Schlußplatte; das kaudale größere Loch, das Foramen centrale, führt in den Canalis centralis der knöchernen Schnecke, die kleineren in das knöcherne Vestibulum. In den inneren Gehörgang tritt der N. acusticus ein und schickt seine Zweige durch die Löcher der Verschlußplatte zum häutigen Labyrinth.

Die einzelnen Teile des knöchernen Labyrinths markieren sich ziemlich deutlich an der medialen Felsenbeinfläche. Die Umrahmung der Fossa mastoidea bildet der kaudale Bogengang (*kaug*), dessen Ampulle (*kaua*) gut hervortritt. Rostral erscheint der gemeinsame Schenkel der Bogengänge (*gesch*), von dem nach vorn und lateral der rostrale Bogengang abgeht. Auf dem Boden der Fossa mastoidea hebt sich schließlich gut der äußere Bogengang ab mit seiner Ampulle. Die seichte Vertiefung am dorsorostralen Umfang der Fossa mastoidea beherbergt den Saccus endolymphaticus. Weiter ventral öffnet sich der Hiatus canalis facialis durch den der vom Ganglion geniculi abzweigende N. petrosus superficialis major das Felsenbein verläßt, um durch die Synchondrosis sphenopetrosa und den Canalis pterygoideus zum Ganglion sphenopalatinum zu gelangen.

Diese makroskopische Betrachtung des mazerierten Schädels hat uns wertvolle Aufschlüsse über die gegenseitige Lage der einzelnen Teile des Gehörorgans geliefert und gibt uns dadurch auch wichtige Fingerzeige für die Präparation. Für eine tadellose Erhaltung des tief im Knochen gelegenen häutigen Labyrinths sollte man stets zur Injektion der Fixationsflüssigkeit vom Herzen aus schreiten, die in bekannter Weise (S. 4) ausgeführt wird. Als Fixationsflüssigkeit empfiehlt sich ZENKERsche oder HERMANNsche event. auch die BOUINsche Flüssigkeit. Nach der Injektion wird der abgeschnittene Kopf entweder ganz oder medianhalbiert für weitere 24 Stunden in die Fixationslösung verbracht, in Formalin-Salpetersäure entkalkt und entwässert. Im absoluten Alkohol wird durch einen Rasiermesserschnitt parallel zur Schädelbasis die Schnecke eröffnet. Der Schnitt trifft die Schneckenachse längs. Beide Hälften des Präparats werden dann in Zelloidin eingebettet.

Die präparatorische Freilegung und Isolation des häutigen Labyrinths ist beim Kaninchen außerordentlich schwierig, wir ziehen es deshalb vor seine Formverhältnisse an einem Plattenmodell zu beschreiben.

Das häutige Labyrinth des Kaninchens (Fig. 12) hat eine Länge von 9—10 mm und zerfällt wieder in eine Pars dorsalis und eine Pars ventralis. Die erstere umfaßt den Utrikulus mit den drei halbzirkelförmigen Kanälen und den drei Ampullen, die Pars ventralis den Sakkulus und den Ductus cochlearis.

Der Utrikulus stellt ein ungefähr horizontal gelagertes Rohr dar. Sein rostrales Anfangsstück, der Recessus utriculi (*reut*) ist blasig aufgetrieben und verdünnt sich kaudalwärts zum Utriculus proprius (*utpro*). Von kaudal her mündet in letzteren der äußere Bogengang (*äug*), ventral von letzterem geht von ihm der kurze Sinus posterior (*sipo*) und dorsal der Sinus superior (*sisu*) ab. Die drei Bogengänge sind in den drei Ebenen des Raumes angeordnet. Der rostrale Gang (*rog*) ist etwas länger als der kaudale Gang (*kaug*). Beide sind auf die Fläche S-förmig gebogen und vereinigen sich unter spitzem Winkel

in dem gemeinsamen Schenkel (*gesch*), der die direkte Fortsetzung des Sinus superior bildet. Der äußere Bogengang (*äug*) ist der kürzeste. Sein einfacher Schenkel mündet in das kaudale Ende des Utriculus proprius dicht unter dem Abgang des Sinus superior. Die drei Ampullen sind ungefähr gleich groß. Die rostrale (*roa*) und die äußere Ampulle (*äua*) liegen dicht nebeneinander auf dem Dache des Recessus utriculi, in den sie sich mit einem gemeinsamen ovalen Loch öffnen. Die kaudale Ampulle (*kaua*) liegt unter der Einmündungsstelle des äußeren Bogengangs in den Utriculus proprius und ist mit dem letzteren durch den kurzen Sinus posterior verbunden. Am Boden einer jeden Ampulle markiert sich der Sulcus transversus (*sutra*) als senkrecht zur Ampullenachse verlaufende Furche.

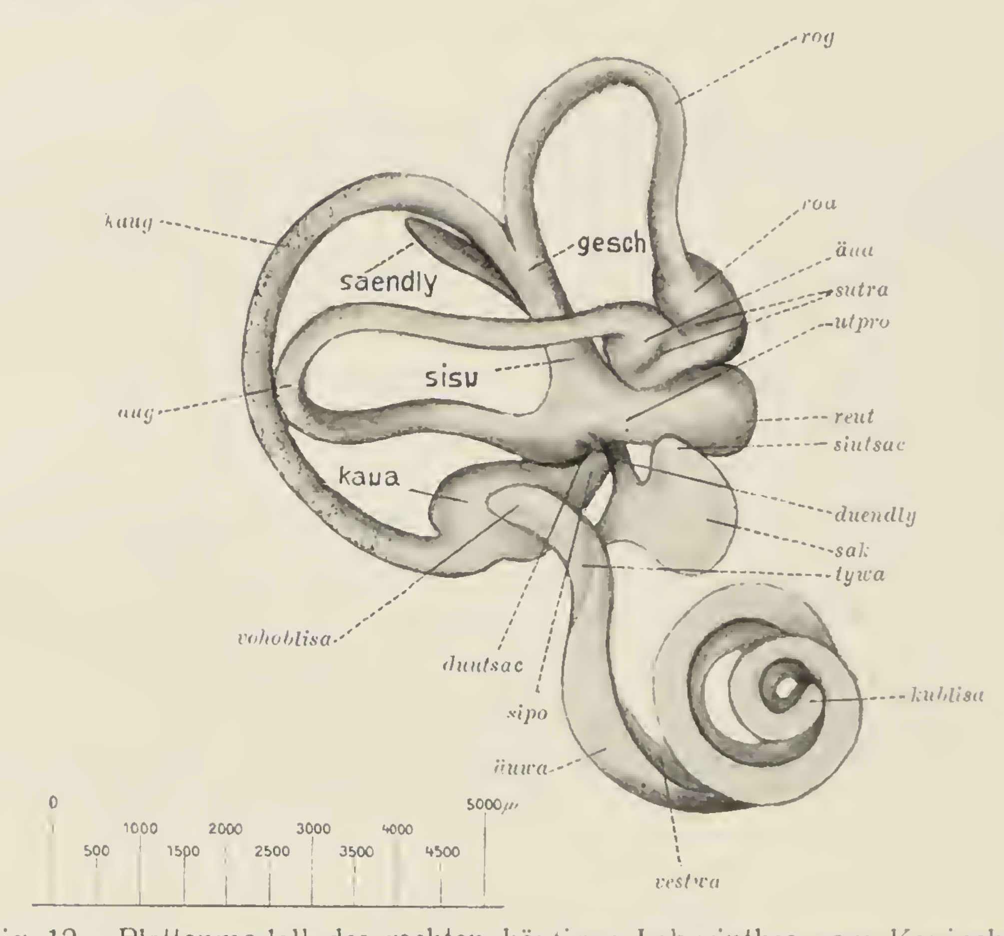


Fig. 12. Plattenmodell des rechten häutigen Labyrinthes vom Kaninchen.
rog rostraler Bogengang, *roa* rostrale Ampulle, *äua* äußere Ampulle, *sutra* Sulcus transversus, *utpro* Utriculus proprius, *reut* Recessus utriculi, *siutsac* Sinus utricularis sacculi, *duendly* Ductus endolymphaticus, *sak* Sakkulus, *tywa* tympanale Schneckenwand, *kublisa* Kuppelblindsack, *vestwa* vestibulare Schneckenwand, *äuwa* äußere Schneckenwand, *sipo* Sinus posterior, *duutsac* Ductus utriculosaccularis, *vohoblisa* Vorhofblindsack, *äug* äußerer Bogengang, *kaua* kaudale Ampulle, *sisu* Sinus superior, *saendly* Saccus endolymphaticus, *gesch* gemeinsamer Schenkel der vertikalen Bogengänge.

Der Sakkulus (*sak*), ein eiförmiges, von außen nach innen stark abgeplattetes Säckchen, legt sich mit seinem dorsalen, zugespitzten Ende, dem Sinus utricularis sacculi (*siutsac*), dem Boden des Recessus utriculi eng an; kaudalwärts geht aus dem Sakkulus der Ductus endolymphaticus (*duendly*) hervor, steigt schräg über die mediale Fläche des Utriculus proprius, des Sinus superior und des gemeinsamen Schenkels herauf, um durch den Aquaeductus vestibuli das knöcherne Vestibulum zu verlassen und in den schmächtigen Saccus endolymphaticus (*saendly*) auszulaufen, der sich in die früher erwähnte seichte Grube am dorsorostralen Umfang der Fossa mastoidea zwischen zwei Durablätter einlagert. Vom Ductus endolymphaticus zweigt, kurz nachdem

er auf die Medianfläche des Utriculus proprius getreten ist, der Ductus utriculo-saccularis (*duutsac*) ab, windet sich um den Boden des Utrikulus herum und mündet in die laterale Wand des Utriculus proprius ein. Er vermittelt die Kommunikation zwischen Pars dorsalis und ventralis des Labyrinths. Aus der kaudalen Kante des Sakkulus geht ferner hervor der kurze Canalis reuniens (*careu*) und verbindet den Sakkulus mit dem Schneckengang.

Der Ductus cochlearis, der häutige Schneckengang, hat eine Länge von 20—24 mm. Sein proximales, blindes Anfangsstück, der Vorhofsblindsack (*vohoblisa*) liegt lateral von der kaudalen Ampulle, von hier wendet sich der Schneckengang zunächst schräg rostral und ventral, nimmt den Canalis reuniens auf und biegt direkt ventral ab, um sich dann in zwei Windungen spiralig aufzurollen. Die zweite Windung ist enger, als die erste, hebt sich aus deren Ebene lateralwärts heraus und endigt in dem Kuppelblindsack (*kublisa*). Der Schneckengang hat einen dreieckigen Querschnitt, die eine Wand sieht nach außen, Außenwand (*äuwa*), die zweite nach rostral und ventral, vestibulare Wand (*vestwa*), und die dritte, in unserem Modell nur im Vorhofsabschnitt sichtbare Wand nach dorsal und kaudal, tympanale Wand (*tywa*).

Von Nervenendstellen finden sich im häutigen Labyrinth des Kaninchens sechs und zwar drei Cristae acusticae, je eine in jeder Ampulle, eine Macula acustica utriculi auf dem Boden des Recessus utriculi, eine Macula acustica sacculi in der medialen Sakkuluswand und die Papilla spiralis oder das Cortische Organ in dem Ductus cochlearis.

Zu jeder Nervenendstelle tritt ein Ast des Hörnerven. Der N. acusticus spaltet sich innerhalb des Meatus acusticus internus in einen dünneren N. vestibuli und einen dickeren N. cochleae. Aus dem ersteren gehen durch Spaltung hervor der N. ampullae anterioris, der N. ampullae externae und der N. utricularis. Sie treten durch die kleinen Löcher der Verschlußplatte des inneren Gehörgangs in das knöcherne Vestibulum und gelangen zur Krista der rostralen und äußeren Ampulle und zur Macula acustica utriculi. Vom N. cochleae spaltet sich noch innerhalb des inneren Gehörgangs der N. saccularis und der N. ampullae posterioris ab, sie treten durch die Verschlußplatte zur Macula acustica sacculi und zur Krista der kaudalen Ampulle. Der Rest des N. cochleae gelangt in den Canalis centralis der knöchernen Schnecke und schickt seine Zweige in den Canalis spiralis und aus diesem zu dem Cortischen Organ.

Das häutige Labyrinth wird umschlossen von dem knöchernen Labyrinth, an dem wir das knöcherne Vestibulum mit den drei halbzirkelförmigen Kanälen und die knöcherne Schnecke unterscheiden. Das Vestibulum liegt in der Knochenmasse, welche den ventralen Rand der Fossa mastoidea vom Meatus acusticus internus trennt und beherbergt Sakkulus und Utrikulus. Beide liegen seiner medialen Wand, die durch die Verschlußplatte des inneren Gehörgangs gebildet wird, eng an und werden von der Lateralwand durch die geräumige Cisterna perilymphatica getrennt. In dem dorsokaudalen Teil dieser Lateralwand, die den dorsalen Teil des Promontoriums bildet, findet sich die Fenestra ovalis. Aus dem rostralen Teil des Vestibulums entwickelt sich der knöcherne Schneckengang, der in $2^1/_2$ Windungen zur Schneckenkuppel emporsteigt. Er beherbergt den häutigen Schneckengang,

ist aber wesentlich geräumiger und seine Wandungen verschmelzen, wie bei einem Schneckenhaus, miteinander, so daß die einzelnen Windungen durch einfache, knöcherne Scheidewände getrennt werden, welche die Außenwand oder Schneckenkapsel mit der knöchernen Achse, dem Modiolus, verbinden. Der letztere stellt eine hohle Spindel dar. In ihrer Achse verläuft der Canalis centralis.

Man kann sich Form und Lageverhältnisse der knöchernen Schnecke leicht zugänglich machen, wenn man in dem Präparat der Fig. 9 die Gehörknöchelchen entfernt und das Promontorium vorsichtig mit dem Skalpell abträgt.



Fig. 13. Schnecke des Kaninchens (durch Abtragen des Promontoriums freigelegt). *caca* Canalis caroticus, *catu* Canalis tubarius, *sity* Sinus tympani, *ha* Hamulus, *laspio* Lamina spiralis ossea, *zwiwa* knöcherne Zwischenwand, *ve* Vestibulum, *recpty* Recessus epitympanicus, *cafa* Canalis facialis, *foro* Foramen rotundum.

Dann kommt sehr bald die Schnecke zum Vorschein (Fig. 13) mit kaudal sehender Basis und rostral gerichteter Spitze. Vom Modiolus erhebt sich außer der knöchernen Scheide- oder Zwischenwand (*zwiwa*) ein weiteres Knochenblatt, die Lamina spiralis ossea (*laspio*). Sie erreicht nicht die Außenwand, sondern ragt frei ins Schneckenlumen hinein. In der Schneckenspitze fehlt der Modiolus, die Lamina spiralis ossea ragt hier frei als sichelförmiger Haken, Hamulus (*ha*), in den Kuppelraum hinein. Durch die Lamina spiralis ossea wird der knöcherne Schneckengang unvollständig in zwei Halbkanäle geteilt. Den rostralen bezeichnen wir als Scala vestibuli, den kaudalen als Scala tympani. Die erstere öffnet sich an der Schneckenbasis frei in das Vestibulum (*ve*), die letztere endet an der durch das Nebentrommelfell verschlossenen Fenestra rotunda (*fero*). In der Schneckenkuppel gehen beide Skalen, um den Hamulus herumbiegend, ineinander über.

Was den feineren Bau der Pars dorsalis und des Sakkulus des häutigen Labyrinths anlangt, so zeigen die Säugetiere keine wesentlichen Unterschiede

gegenüber den niederen Wirbeltieren, bei denen aber infolge der größeren Zellen die Verhältnisse klarer und durchsichtiger sich gestalten. Dort soll ihr Bau eingehend geschildert werden. Abweichend gestalten sich nur die Cristae acusticae, welche einfache, entsprechend den Sulci transversi quer verlaufende, sattelförmige Erhebungen darstellen. Die beiden Enden einer jeden Krista werden umfaßt von je einem halbmondförmigen Streifen von Zylinderepithel, dem Planum semilunare. An seine Zylinderzellen schließt sich direkt das Neuroepithel, bestehend aus Stützzellen und Haarzellen. Auf jeder Krista ruht auch

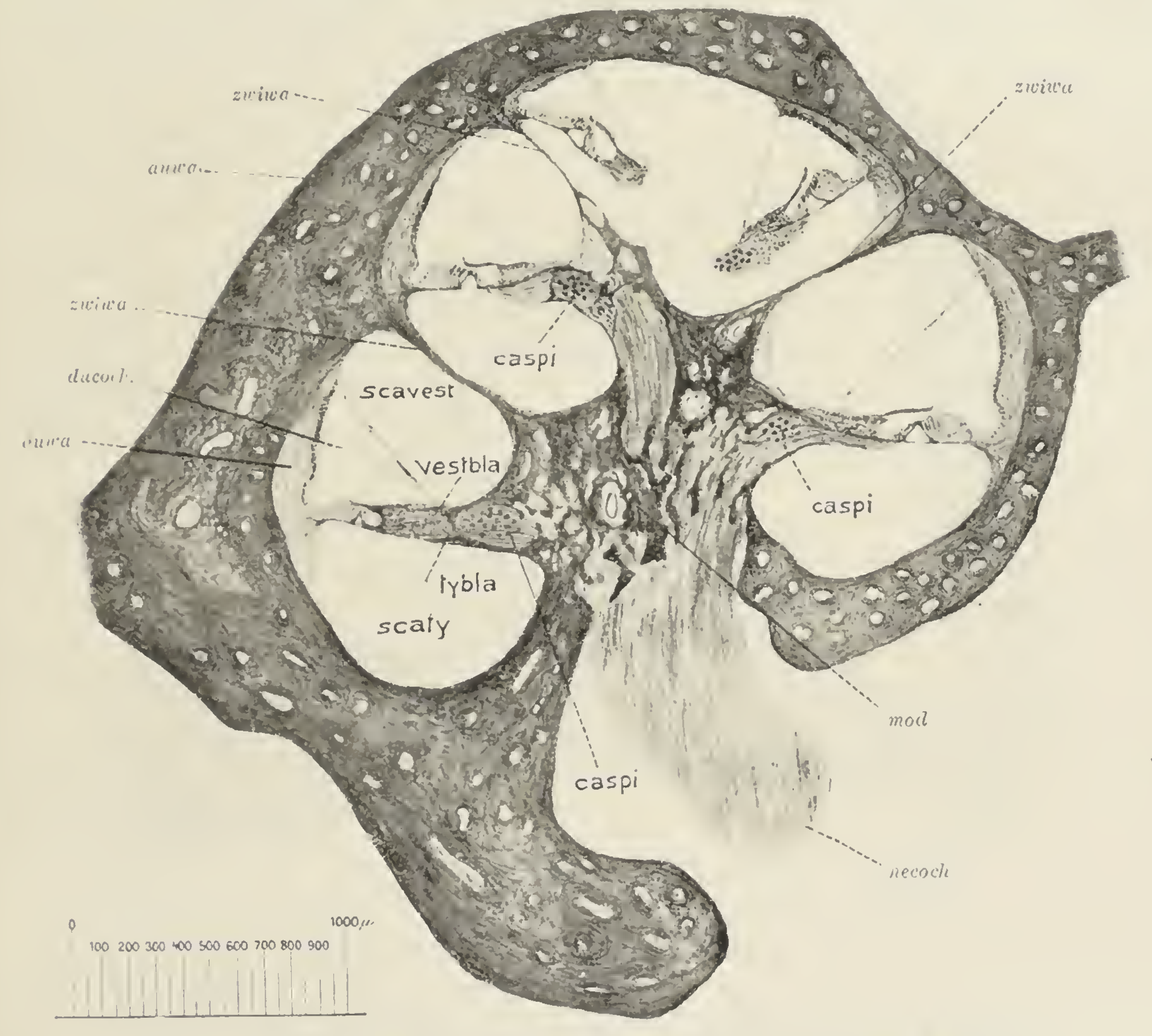


Fig. 14 Schnecke des Kaninchens (Längsschnitt durch den Modiolus).
zwiwa knöcherne Zwischenwand, *mod* Modiolus, *necoch* N. cochlearis, *äuwa* äußere Wand des Ductus cochlearis, *ducoch* Ductus cochlearis, *auwa* knöcherne Außenwand (Schneckenkapsel), *caspi* Canalis spiralis, *scaty* Scala tympani, *tybla* tympanales Blatt der Lamina spiralis ossea, *vestbla* vestibulares Blatt der Lamina spiralis ossea, *scavest* Scala vestibuli.

beim Kaninchen eine streifige Cupula terminalis. Die Maculae acusticae sind bedeckt von einem Otolithensäckchen.

Eine eingehendere Darstellung erheischt dagegen der feinere Bau der Schnecke. Wir wollen ihn an einem Längsschnitt durch die Schneckenachse untersuchen und uns bei der folgenden Beschreibung der Einfachheit halber die Schnecke aufrecht stehend denken, während sie in Wirklichkeit horizontal gelagert ist. In einem solchen Längsschnitt (Fig. 14) erscheinen die einzelnen Schneckenwindungen quergeschnitten und werden von der Basis nach der Kuppel immer enger. Jede Windung des knöchernen Schneckengangs wird von der folgenden getrennt durch die Zwischenwand (*zwiwa*) und außen durch die

Außenwand, die Schneckenkapsel (*äuwa*), abgeschlossen. Die mediale Begrenzung bildet der Modiolus (*mod*). Von ihm springt in den knöchernen Schneckengang hinein die Lamina spiralis ossea mit einem vestibularen (*vestbla*) und einem tympanalen Knochenblatt (*tybla*).

Der häutige Schneckengang (*ducoch*) hat auf dem Querschnitt die Form eines rechtwinkligen Dreiecks und ist in den knöchernen Schneckengang so eingefügt, daß die eine Kathete als Fortsetzung des tympanalen Blattes der Lamina spiralis ossea zur Außenwand sich herüberbrückt; die andere Kathete legt sich der Außenwand an und die Hypotenuse zieht von der Außenwand

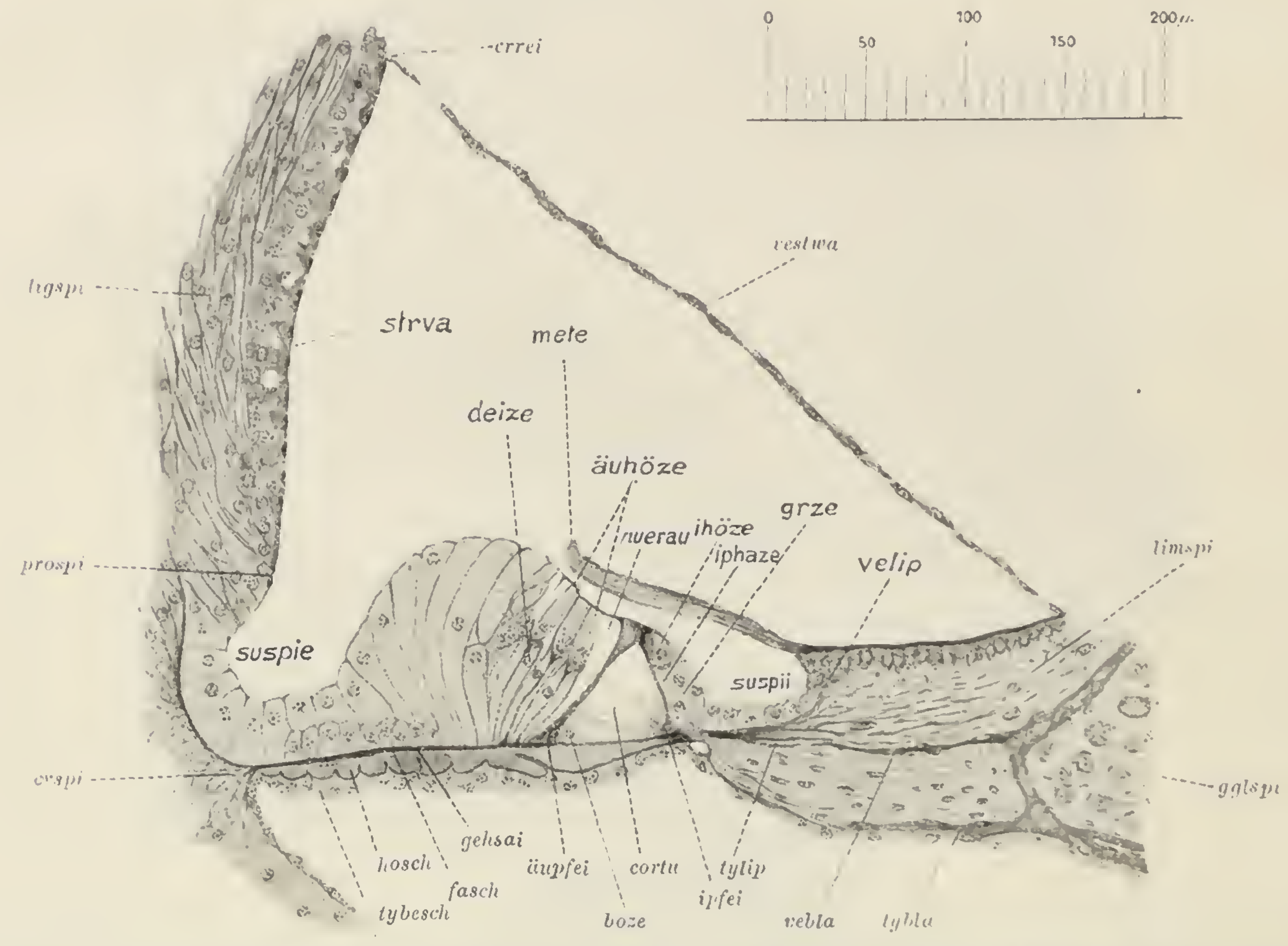


Fig. 15. Ductus cochlearis des Kaninchens aus der zweiten Windung (Längsschnitt durch die Schneckenachse).

crrei Crista Reissneri, *vestwa* vestibulare Wand des Ductus cochlearis (Reissnersche Membran), *limspi* Limbus spiralis, *gglspi* Ganglion spirale, *tybla* und *vebla* tympanales und vestibulares Blatt der Lamina spiralis ossea, *tylip* und *velip* tympanale und vestibulare Lippe des Limbus spiralis (*limspi*), *ipfei* und *äupfei* innerer und äußerer Pfeiler, *cortu* Cortischer Tunnel, *boze* Bodenzelle, *fasch* und *hosch* Faserschicht und homogene Schicht der Membrana basilaris, *tybesch* tympanale Belegschicht, *crspi* Crista spiralis, *prospi* Prominentia spiralis, *ligspi* Ligamentum spirale, *strva* Stria vascularis, *suspie* Sulcus spiralis externus, *deize* Deiterssche Zellen (äußere Stützzellen des Cortischen Organs), *mete* Membrana tectoria, *äuhöze* äußere Hörzellen, *nuerau* Nuelscher Raum, *ihöze* innere Hörzelle, *iphaze* innere Phalangenzelle, *grze* Grenzzelle, *suspii* Sulcus spiralis internus.

schräg herüber zum vestibularen Blatt der Lamina spiralis ossea. Wir sprechen demnach bei dem Ductus cochlearis von einer tympanalen Wand, einer äußeren Wand und einer vestibularen Wand.

Durch den Ductus cochlearis wird der knöcherne Schneckengang in die Scala vestibuli (*scave*) und die Scala tympani (*scaty*) zerlegt.

Wir wollen nun den feineren Bau der einzelnen Wandungen des Ductus cochlearis bei stärkerer Vergrößerung etwas näher betrachten (Fig. 15). Die vestibulare Wand (*vestwa*), gewöhnlich als REISSNERsche Membran be-

zeichnet, trennt den Ductus cochlearis von der Scala vestibuli und zieht von der Außenwand schräg nach innen und unten zu dem dem vestibularen Blatt der Lamina spiralis ossea aufgelagerten Limbus spiralis (*limspi*). Es ist ein nur wenige Mikromillimeter dickes, doppeltes Epithelblatt. Die Zellen des oberen Blattes bilden das Epithel der Scala vestibuli, die des unteren Blattes gehen einerseits in das Epithel der Außenwand, andererseits in das Epithel des Limbus spiralis über.

Die Außenwand des Ductus cochlearis wird gebildet von einem im Querschnitt mondsichelförmigen, der Schneckenkapsel innen aufgelagerten Bindegewebspolster, dem Lig. spirale (*ligspi*). Oben reicht es noch ein kurzes Stück weit in die Scala vestibuli hinein, unten bekleidet es noch ein kurzes Stück die Außenwand der Scala tympani. Seine innere Zirkumferenz zeigt drei Vorsprünge, die beim Kaninchen kaum angedeutete Crista Reissneri (*crrei*) als Ansatzstelle des Reissnerschen Membran, dann die flache Prominentia spiralis (*prospi*) innerhalb des Ductus cochlearis und schließlich die spitz ausgezogene Crista spiralis (*crspi*), die als Ansatzpunkt der tympanalen Wand dient. Das Lig. spirale stellt ein stark verdicktes Periost der Schneckenkapsel dar mit einer strukturlosen Grundsubstanz, in die feine Bindegewebsfasern und längliche Bindegewebszellen eingebettet sind. Es wird, soweit es zum Ductus cochlearis gehört, von einem Epithel bedeckt, an dem wir zwei verschiedene Strecken unterscheiden können, eine obere, die Stria vascularis (*striva*) bis zur Prominentia spiralis und eine untere, den Sulcus spiralis externus (*suspie*).

Die Stria vascularis ist ein höchstens 30 μ hohes Epithel, dessen oberflächlichste Lage aus platten, intensiv färbbaren Zellen mit kleinen Kernen besteht. Darunter liegen ein bis zwei Lagen größerer, kubischer, häufig pigmenthaltiger Zellen. Was dieses Epithel auszeichnet, ist der Gehalt an Blutkapillaren, die bis unmittelbar unter die Deckschicht vordringen. Man schreibt der Stria vascularis die Absonderung der Endolymphe, der das häutige Labyrinth erfüllenden Flüssigkeit, zu, und die Entwicklungsgeschichte lehrt, daß die Stria eine Mischung von echten Epithelzellen und Bindegewebszellen darstellt.

Auf der Prominentia spiralis verlieren sich die tiefen Zellagen der Stria und es dringen lange Bindegewebszellen bis zur Lichtung des Ductus cochlearis vor. Dann folgen die hohen Zylinderzellen des Sulcus spiralis externus (*suspie*).

Die tympanale Wand spannt sich zwischen der Crista spiralis und der Lamina spiralis ossea aus. Zwischen den beiden Knochenplättchen der letzteren bleibt ein Zwischenraum, der medianwärts in den Canalis spiralis führt, welcher die Spiralganglien (*gglspi*) enthält. Das vestibulare Blatt (*vebla*) wird bedeckt von einer plateauartigen Bindegewebsmasse, dem Limbus spiralis (*limspi*). Er geht median langsam in das Periost des Modiolus über, in den Ductus cochlearis springt er hakenförmig vor, um sofort als Sulcus spiralis internus (*suspii*) in nach innen konvexem Bogen zur Lamina spiralis ossea abzufallen. Man kann so an dem Limbus spiralis wieder eine vestibulare Lippe (*velip*) und eine tympanale Lippe (*tylip*) unterscheiden. In seinem Bau gleicht der Limbus spiralis dem Lig. spirale. Auf seiner Oberfläche ist er von radiär gestellten Furchen durchsetzt, welche seine Substanz in ungefähr 2500 radiär ausstrahlende Leisten zerlegt, die Huschkeschen Gehörzähne. Sie treten im Schnittpräparat nicht in die Erscheinung, denn die Furchen werden durch das den

Limbus überziehende Epithel vollkommen ausgeglichen. In den Furchen sind die Zellen des letzteren lang zylindrisch, auf den Leisten flach kubisch. An der Spitze des Hakens geht das Epithel des Limbus in das kubische Epithel des Sulcus spiralis internus über.

Die Grundlage der tympanalen Wand des Ductus cochlearis wird gebildet von der von der tympanalen Lippe des Limbus spiralis zur Crista spiralis frei herüber gespannten Membrana basilaris. Ihr Hauptbestandteil sind die Gehörsaiten (*gehsai*), platte, radiär ausgespannte Bindegewebsfasern, eingebettet in eine kernhaltige Faserschicht (*fasch*), auf die nach unten wieder eine homogene, mit zahlreichen Buckeln bedeckte Schicht (*hosch*) folgt. Auf die letztere schlägt sich das Epithel der Scala tympani als tympanale Belegschicht (*tybesch*) über.

Die Membrana basilaris dient als schwingende Membran, auf der sich der perzeptorische Apparat der Schnecke, das Cortische Organ, aufbaut. Es stellt in seiner Gesamtheit ein langes Spiralband dar, bildet sich allmählich in der Gegend der Einmündungsstelle des Canalis reuniens aus, erreicht in der Mittelwindung seine größte Dicke und flacht sich bei Beginn der dritten Windung wieder ab. Vorhofsblindsack und Kuppelblindsack sind frei von ihm.

Die Elemente des Cortischen Organs gruppieren sich um eigenartige Stützgebilde, die Pfeiler. Es sind das lange, schlanke, kutikulare, in zwei Reihen nebeneinander angeordnete Gebilde, welche sich mit breiter Basis aus der Membrana basilaris erheben, sich stark verdünnen, um schließlich wieder kopfartig anzuschwellen. Mit den Füßen stehen die Pfeiler beider Reihen weit auseinander, mit den oberen Enden legen sie sich eng aneinander und umschließen so einen dreieckigen, spiralig in der Schnecke in die Höhe steigenden Raum, den Cortischen Tunnel (*cortu*). Er ist an beiden Enden blind geschlossen und seine Breite nimmt, entsprechend der Länge der Hörsaiten, von der Basis nach der Kuppel zu.

Wir unterscheiden äußere Pfeiler und innere Pfeiler. Die ersteren (*äupfei*) sind länger und stärker geneigt als die letzteren (*ipfei*). Jeder äußere Pfeiler geht nach oben in einen rundlichen Kopf über, der sich nach außen in eine dünne Kopfplatte verlängert. Auch der innere Pfeiler schwillt oben kopfförmig an, trägt aber auf seiner Außenfläche eine pfannenartige Vertiefung, in welche sich der Kopf des äußeren Pfeilers einlagert. Beide treten dadurch in gelenkige Verbindung. Der Kopf des inneren Pfeilers verlängert sich nach außen in einen Phalangenfortsatz und legt sich mit ihm dem Kopfe des äußeren Pfeilers auf und dessen Kopfplatte an.

Die Pfeiler sind kutikulare Bildungen, geliefert von den Pfeilerzellen, deren Reste noch als Bodenzellen (*boze*) den protoplasmatischen Wandbelag des Cortischen Tunnels bilden. Die homogene Substanz der Pfeiler wird der Länge nach durchsetzt von feinen Stützfibrillen. Sie bilden im Mittelstück ein dichtes Bündel und strahlen in Fuß und Kopf fächerförmig auseinander.

Diesem Pfeilerstützgerüst liegen nun außen und innen die übrigen Bestandteile des Cortischen Organs an. Die innere Abteilung desselben besteht aus einer einfachen Reihe von Sinneszellen, den inneren Hörzellen (*ihöze*), so daß jedem inneren Pfeiler median eine innere Hörzelle anliegt. Es sind bauchige, nur ungefähr ein Drittel des Epitheldurchmessers einnehmende Zellen. Der

große, kuglige Kern liegt im Grunde der Zelle, das lichte Protoplasma zeigt zwischen Kern und Zellbasis eine körnige Verdichtung, den Retziusschen Körper. Eine mehr fädige Verdichtung findet sich im oberen Zellende. Auf ihrer freien Fläche wird die Zelle verschlossen durch eine kutikularisierte Deckplatte, aus der zehn bis zwölf kurze, steife Hörhaare hervorragen. Der Raum unterhalb der inneren Hörzelle wird ausgefüllt durch zwei langzylindrische Zellen, von denen die äußere als innere Phalangenzelle (*iphalze*), die innere als Grenzzelle (*grze*) bezeichnet wird. Sie fassen die innere Hörzelle zwischen sich, indem sie je einen dünnen Fortsatz zur Epitheloberfläche schicken, welcher eine kleine kutikularisierte Platte trägt. Weiter nach innen zu fällt das Epithel des Cortischen Organs plötzlich steil ab und geht in das Epithel des Sulcus spiralis internus (*suspii*) über.

Die äußere Abteilung des Cortischen Organs schließt lateral an den äußeren Pfeiler an und hat prinzipiell den gleichen Bau, wie die innere, nur daß wir hier nicht eine, sondern drei bis vier Reihen von Hörzellen nebeneinander haben, so daß das Gesamtorgan drei bis viermal so viel äußere als innere Hörzellen enthält. Die äußeren Hörzellen (*äuhöze*) sind länger als die inneren, aber sonst von gleichem Bau. Zwischen der ersten äußeren Hörzelle und dem äußeren Pfeiler bleibt ein spaltförmiger Zwischenraum, der Nuelsche Raum (*nuerau*). Auf jede äußere Hörzelle folgt nach außen eine Stützzelle oder Deitersssche Zelle (*deize*). Das etwas zugespitzte untere Zellende ruht auf der Membrana basilaris, das obere Zellende ist ausgehöhlt, nimmt die Basis einer Hörzelle auf und schickt zur Epitheloberfläche einen schlanken Fortsatz, dem eine knöchelförmige Kopfplatte gelenkig aufsitzt. Jede Kopfplatte schiebt sich zwischen zwei Hörzellendeckel ein. Die äußeren Stützzellen werden, wie die Pfeiler, von einem Fibrillenbündel der Länge nach durchzogen, ihre Kerne liegen tiefer, als die Hörzellenkerne. Jenseits der letzten Stützzelle steigt das nun aus langen, auf die Fläche und in der Fläche gekrümmten Zellen bestehende Epithel zunächst noch höher an, um dann in das Epithel des Sulcus spiralis externus (*suspie*) abzufallen.

Die kutikularisierten Platten der inneren und äußeren Stützzellen sind untereinander und mit den Kopfplatten der äußeren und den Phalangenfortsätzen der inneren Pfeiler beweglich verbunden. Es bildet sich so auf der Oberfläche des Cortischen Organs eine aus beweglichen Stücken mosaikartig zusammengesetzte Membran, die Membrana reticularis. Sie erstreckt sich von der Grenzzelle innen über das Organ herüber bis zur dritten äußeren Stützzelle. In die in ihr ausgesparten rundlichen Löcher sind die Hörzellen mit ihren Deckelplatten so eingefügt, daß keine die andere berührt.

Über den Sulcus spiralis internus und das Cortische Organ brückt sich die Membrana tectoria oder Cortische Membran (*mete*). Ihre dünne innere Abteilung liegt als kutikularer Überzug dem Epithel des Limbus spiralis fest auf; im freien Abschnitt verdickt sich die Membran etwas, zeigt feine Längsfibrillierung und endet mit freiem aufgebogenen Rande über der letzten äußeren Stützzelle. Zumeist liegt sie dem Cortischen Organ dicht auf, kann jedoch auch weit von ihm abstehen. Ob es sich dabei um funktionelle Lageveränderungen oder um mangelhafte Konservierung handelt ist schwer zu entscheiden.

Die zu den Nervenendstellen des häutigen Labyrinths tretenden Nervenfasern sind die peripheren Ausläufer der bipolaren Zellen der Akustikusganglien.

Die letzteren liegen, soweit sie die Makulae und Kristae versorgen, noch im inneren Gehörgang und bedingen knotige Verdickungen des Nervenstammes und seiner Äste, die als Intumescentia ganglioformis bezeichnet werden. Die Ganglien des N. cochleae finden sich dagegen als Ganglion spirale (*gglspi*) innerhalb des in dem knöchernen Modiolus spiralig aufsteigenden Canalis spiralis. Die Zellen sind bipolar, umkapselt und schicken ihren zentralen Ausläufer als markhaltige Akustikusfaser ins Gehirn, ihren peripheren Ausläufer als markhaltige Faser zu den Nervenendstellen. Die Endigung in den Makulae und Kristae unterscheidet sich in nichts von der bei niederen Wirbeltieren zu beobachtenden und dort näher zu beschreibenden Weise. Vom Ganglion spirale gelangen die Fasern zwischen die beiden Blätter der Lamina spiralis ossea und dringen durch Löcher der Membrana basilaris, die Foramina nervina, in das Cortische Organ. Hier gelangt ein Teil direkt aufsteigend zu den inneren Hörzellen, ein anderer, der Tunnelstrang, durchquert den Cortischen Tunnel und bildet zwischen den äußeren Stützzellen einen Plexus, aus dem die Fasern zur Basis der äußeren Hörzellen hinaufsteigen.

Von dem feineren Bau des Mittelohrs ist wenig zu sagen. Die Paukenhöhle ist ausgekleidet von einer dünnen Schleimhaut, deren Propria mit dem Periost des Knochens fest verbunden ist. Das überziehende Epithel ist einschichtig kubisch und trägt im Sinus tympani einen niederen Flimmerbesatz. Die Gehörknöchelchen bestehen aus spongiösem Knochen und werden von der Schleimhaut vollkommen überzogen. Die Gelenkflächen sind überknorpelt, ebenso zeigt der Hammerhandgriff an seiner mit dem Trommelfell verbundenen Fläche einen Knorpelüberzug; auch der vestibularen Fläche der Steigbügelplatte liegt eine dünne Knorpelscheibe auf. Zwischen den Rand der Steigbügelplatte und den Rand des ovalen Fensters ist ein bindegewebiges Ringband, das Lig. anulare stapedis, eingeschaltet. Das Hammer-Amboßgelenk wird von einer dünnen Gelenkkapsel umgeben und durch einen faserknorpeligen Meniskus in zwei Kammern geschieden. Die Muskeln der Gehörknöchelchen sind quer gestreift, der M. tensor tympani wird vom Gangl. oticum, der M. stapedius vom N. facialis innerviert.

Am Trommelfell können wir von innen nach außen Schleimhaut, Substantia propria und Hautschicht unterscheiden. Die Schleimhaut ist die der Paukenhöhle. Die Substantia propria ist ringsum in den Sulcus tympanicus des Os tympanicum eingefalzt und besteht aus dünnen Bindegewebsbündeln, die teils zirkulär, teils konzentrisch verlaufen und durch eine Kittsubstanz verbunden sind. Sie umschlingen den Hammerhandgriff, der so außerordentlich fest mit dem Trommelfell verbunden ist. Die Hautschicht besteht aus Epidermis und Kutis, ist glatt und haarlos und mit einer dünnen Fettschicht bedeckt.

Die Haut des äußeren Gehörgangs enthält neben feinen Haaren Talgdrüsen und besonders modifizierte Schweißdrüsen, die Ohrschmalzdrüsen.

4. Das Geruchsorgan.

Als Vermittler des Geruchssinnes dient das einen großen Teil der Nasenhöhlenschleimhaut überziehende Riechepithel. Im übrigen bildet die Nasenhöhle gleichzeitig den Anfangsteil des Respirationsapparats, soll aber gleich hier im Zusammenhang abgehandelt werden.

Die Nasenhöhle ist paarig, rechte und linke Nasenhöhle werden getrennt durch das knorplige Nasenseptum. Jede Nasenhöhle beginnt mit dem äußeren Nasenloch und öffnet sich durch die Choane in die Rachenhöhle. Die laterale Begrenzung einer jeden Nasenhöhle wird zum größten Teil gebildet vom Oberkiefer, dessen Lateralfläche einen stark spongiösen Bau aufweist (Fig. 8 *max*). In ihr verläuft schräg von kaudal nach rostral der von kompakter Knochensubstanz umgebene Canalis nasolacrymalis (*canala*). Dorsal schließt sich an den Oberkiefer der Proc. frontalis des Intermaxillare (*ima*). Als Dach dient einer jeden Nasenhöhle das Nasale, ein platter, langer Knochen, der mit dem der anderen Seite in der Mitte zusammenstößt. Mit dem Oberkiefer in Verbindung steht die vordere Muschel, das Maxilloturbinale, bestehend aus der Lamina sagittalis und fünf ihr aufsitzenden, papierdünnen Knochenlamellen. Die frei in die Nasenhöhle hineinragenden Ränder der letzteren sind wieder in mehrere Sekundärlamellen gespalten. Kaudal stößt an das Nasale das Frontale; sein rostraler, bogiger Rand begrenzt dorsal und lateral den Eingang zur knöchernen Nasenhöhle, die Apertura pyriformis. Auf seiner ventralen Fläche liegt dem Nasale eine sich kaudalwärts öffnende, taschenförmige Knochenblase auf, das Nasoturbinale oder Marsupium nasi. Kaudalwärts wird die Nasenhöhle in ihrer dorsalen Partie abgeschlossen durch das Ethmoid, von dessen rostraler Partie die mediane, senkrechte Lamina perpendicularis ausgeht und zwischen rechter und linker Nasenhöhle ein Stück weit vordringt. Lateral stößt an die Lamina perpendicularis das Siebbeinlabyrinth und verlängert sich rostralwärts in die hinteren Muscheln, das Ethmoturbinale. Es sind das drei dünne, gekrümmte, zum Teil gespaltene Knochenlamellen, welche frei in die Nasenhöhle hineinragen und sich dorsal mit dem Nasoturbinale verbinden. Die ventrale Begrenzung der Nasenhöhle bildet der harte Gaumen (Fig. 11 *padu*). Er ist nur sehr kurz, entsteht durch die Verbindung des Proc. palatinus des Maxillare mit der Pars horizontalis des Palatinums und läuft rostral und kaudal in die Spina nasalis anterior bzw. posterior aus.

Der so begrenzten knöchernen Nasenhöhle sitzt rostral jederseits die Cartilago narium an, sie stützt die Nasenflügel und verbindet sich durch ihren Proc. posterior mit der vorderen Muschel.

Beide Nasenhöhlen werden getrennt durch das Septum narium. Es ist der Hauptsache nach knorplig und verknöchert nur in seinem kaudalen Abschnitt. Dorsal legt es sich der Ventralfläche der Nasalia an, kaudal geht es in die Lamina perpendicularis des Ethmoids und den Vomer über. Seinem rostralen Rande sitzt das von der äußeren Haut gebildete Septum mobile an und trennt die beiden Nasenlöcher. Dem ventralen Rande des Septums lagert sich in der rostralen Hälfte jederseits die Cartilago Jacobsonii an, eine Knorpelrinne mit schleifenförmigem Querschnitt und dorsolateral gestellter Öffnung. Ventral wird sie umfaßt von der Pars medialis des Intermaxillare. Zwischen ihr und der Pars lateralis und weiterhin zwischen ersterer und dem Körper des Maxillare bleibt am mazerierten Schädel ein von der Mund- in die Nasenhöhle führender Spalt, das Foramen incisivum.

Nachdem wir so die Verhältnisse am mazerierten Schädel kennen gelernt haben, wenden wir uns zur Untersuchung der Nasenhöhle am frischen Objekt. Der Kopf des Tieres wird durch einen sagittalen Sägeschnitt geteilt, der etwas

seitlich von der Medianebene fällt. Dann wird aus der größeren Hälfte das Nasenseptum herausgeschnitten und die Nasenhöhle liegt in ihrer ganzen Ausdehnung vor uns (Fig. 16). Ihr Längsschnitt stellt ein langgezogenes Viereck dar. In die rostrodorsale Ecke mündet das äußere Nasenloch (*äunalo*); aus der ventrokaudalen Ecke geht die Choane (*choa*) hervor und zieht als 15—18 mm langer, 2—4 mm hoher Gang in flachem Bogen kaudalwärts, um in die Rachenhöhle zu münden. Die mediale, durch das Septum gebildete und in unserem Präparat entfernte Wand ist glatt, die laterale Wand ist uneben und steigt schräg

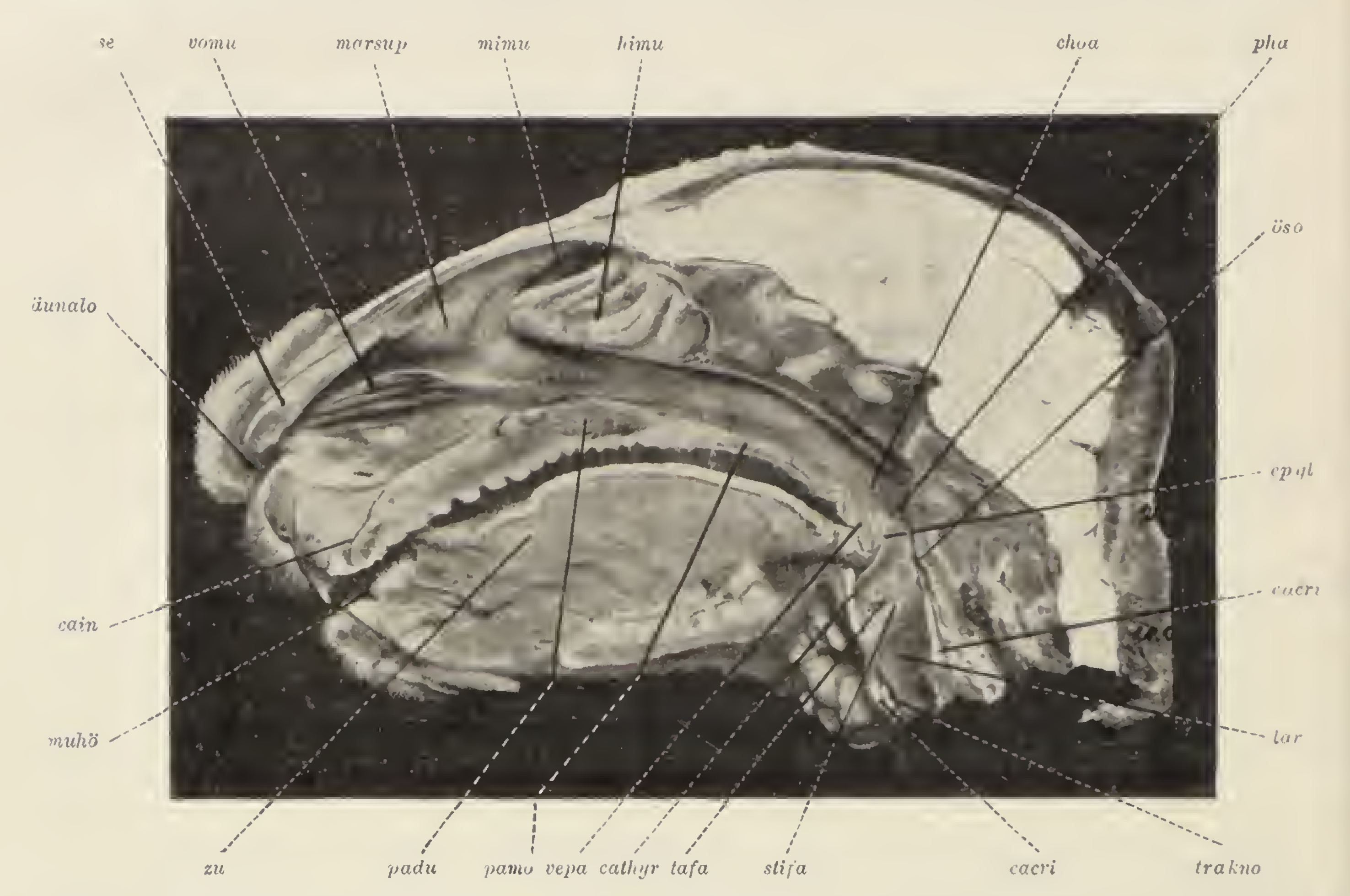


Fig. 16. Nasenhöhle des Kaninchens (median halbierter Kopf; das Nasenseptum ist zum größten Teil entfernt).

äunalo äußeres Nasenloch, *se* Rest des Nasenseptums, *vomu* vordere Muschel, *marsup* Marsupium, *mimu* mittlere Muschel, *himu* hintere Muschel, *choa* Choane, *pha* Schlundkopf, *öso* Schlund, *epgl* Epiglottis, *cacri* Cartilago cricoidea, *lar* Kehlkopf, *trakno* Luftröhrenknorpel, *stifa* Stimmfalte, *tafa* Taschenfalte, *cathyr* Cartilago thyreoidea, *vepa* Gaumensegel, *pamo* weicher Gaumen, *padu* harter Gaumen, *zu* Zunge, *muhö* Mundhöhle, *cain* Canalis incisivus.

dorsalwärts an, so daß die Nasenhöhle sich von ventral nach dorsal beträchtlich erweitert. Aus der rostralen Hälfte der Lateralwand erhebt sich die vordere Muschel (*vomu*) mit ihren Blättern, die kaudal zu einem in den Choanenboden überleitenden Längswulst zusammenfließen. Die dorsokaudale Ecke der Lateralwand wird eingenommen von der hinteren Muschel (*himu*). Sie setzt sich zusammen aus den vier Riechwülsten, ventral umrahmt von einer Schleimhautfalte, die kaudal in das Choanendach übergeht, rostral mit den Enden der Riechwülste zusammenfließt und medial sich mit dem Septum verbindet. Rostral und dorsal vom ersten Riechwulst öffnet sich eine tiefe Grube, aus der die mittlere Muschel (*mimu*) hervorsieht. Sie führt in einen lateral von der hinteren Muschel gelegenen geräumigen Hohlraum, den Sinus maxillaris. Vordere und hintere Muschel werden getrennt durch eine flache Rinne. Bei jungen Tieren ist sie

ziemlich breit, verschmälert sich aber bei älteren Tieren, so daß hier beide Muscheln dicht aneinander stoßen. Vor das dorsale Ende dieser Rinne schiebt sich ein langgezogener Schleimhautwulst, das Marsupium (*marsup*) mit seiner rostral blind geschlossenen Höhle, welche sich vor der mittleren Muschel öffnet. Im rostralen Teile des Nasenbodens mündet der Canalis incisivus (*cain*), seine ventrale Öffnung liegt hinter dem oberen Schneidezahn. Unmittelbar vor seiner dorsalen Öffnung in die Nasenhöhle findet sich dicht am Septum die Mündung des Canalis nasolacrymalis. Im hinteren Teile des Nasenbodens erscheint der Querschnitt des knöchernen Gaumens, Palatum durum (*padu*). Von ihm geht kaudal der weiche Gaumen, Palatum molle (*pamo*) aus, der in das Gaumensegel, Velum palatinum (*vepa*), ausläuft.

Die Schleimhaut der Nasenhöhle ist im frischen Zustand mattglänzend und läßt deutlich eine rostrale hellere und eine kaudale dunklere Partie erkennen. Diese Färbungsnuancen sind der Ausdruck für die Auskleidung der Nasenhöhle durch zwei verschiedene Epithelarten. Das hell erscheinende respiratorische Epithel kleidet die gesamte rostrale Hälfte der Nasenhöhle und die Choane aus, das dunkle Riechepithel ist beschränkt auf die dorsale Hälfte des Nasenseptums, die freien Firsten der Riechwülste und einen Teil des Marsupiums.

Den besten Überblick über den feineren Bau der Nasenhöhle geben Querschnitte durch den Kopf jüngerer Tiere, die in toto von der Aorta aus mit BOUINscher Flüssigkeit injiziert wurden. Die abgetrennte vordere Kopfhälfte wird in Formalinsalpetersäure entkalkt und in Zelloidin eingebettet. Wir wollen aus einer solchen Schnittserie zwei Schnitte zur Besprechung auswählen.

Der erste Schnitt (Fig. 17) fällt durch die Mitte der vorderen Muschel (*vomu*), die sich als baumartiges Gebilde aus der lateralen Nasenwand erhebt und die Nasenhöhle in dieser Gegend fast völlig ausfüllt. Ihre Schleimhautfalten werden gestützt durch die siebartig durchbrochenen, papierdünnen Blätter des Maxilloturbinale, dessen Grundplatte (*maturb*) dem Maxillare (*ma*) eng aufliegt. Von dorsal her springt in die Nasenhöhle eine kräftige Schleimhautfalte ein, gestützt durch einen Fortsatz des Nasale (*na*), sie stellt das rostrale Ende des Marsupiums (*marsup*) dar, das sich schon wenig Schnitte kaudalwärts nach lateral umbiegt und mit der lateralen Nasenwand zur Bildung eines dütenförmigen Hohlraums verschmilzt.

Die Lateralwand der Nasenhöhle wird hier zum größten Teile vom Maxillare (*ma*) gebildet, in dessen Mitte der Querschnitt des vorderen oberen Nagezahns (*incis*) erscheint. Medial von ihm liegt der Querschnitt des Tränennasenkanals (*canalac*). Er öffnet sich etwas weiter rostral.

Die mediale Wand der Nasenhöhle bildet das knorplige Nasenseptum (*nase*). Es spaltet sich dorsal in zwei seitliche, in das Marsupium eindringende Hörner und legt sich mit seiner rinnenförmigen Dorsalfläche den Nasalien (*na*) und der sie vereinigenden Naht an. An sein ventrales Ende lagern sich die schleifenförmigen JACOBSONschen Knorpel (*caiac*), ventral und lateral gestützt durch den Ramus palatinus des Intermaxillare (*ima*). Die JACOBSONschen Knorpel bilden zwei langgestreckte, an ihrem rostralen Ende röhrenförmig geschlossene Rinnen, in deren Grunde das JACOBSONsche Organ (*orgiac*) liegt, ein in transversaler Richtung abgeplattetes Rohr. Sein kaudales Ende ist blind geschlossen und liegt dicht vor der Lamina terminalis, rostral öffnet sich das Organ in den ventralen Spalt der Nasenhöhle. Außer dem Organ selbst beherbergt

die Knorpelrinne noch die JACOBSONsche Drüse (*gliac*), von der mehrere Ausführungsgänge in die dorsale Kante des Organs münden.

Das JACOBSONsche Organ mit seinem Knorpel verursacht eine Ausbauchung des kaudalen Endes des Nasenseptums. Dadurch wird die ventrale Partie der Nasenhöhle zu einem tiefen Spalt verengt, dessen ventrales Ende eine Knorpelspange umfaßt, der STENONsche Knorpel (*casten*). Vom Grunde dieser Spalte

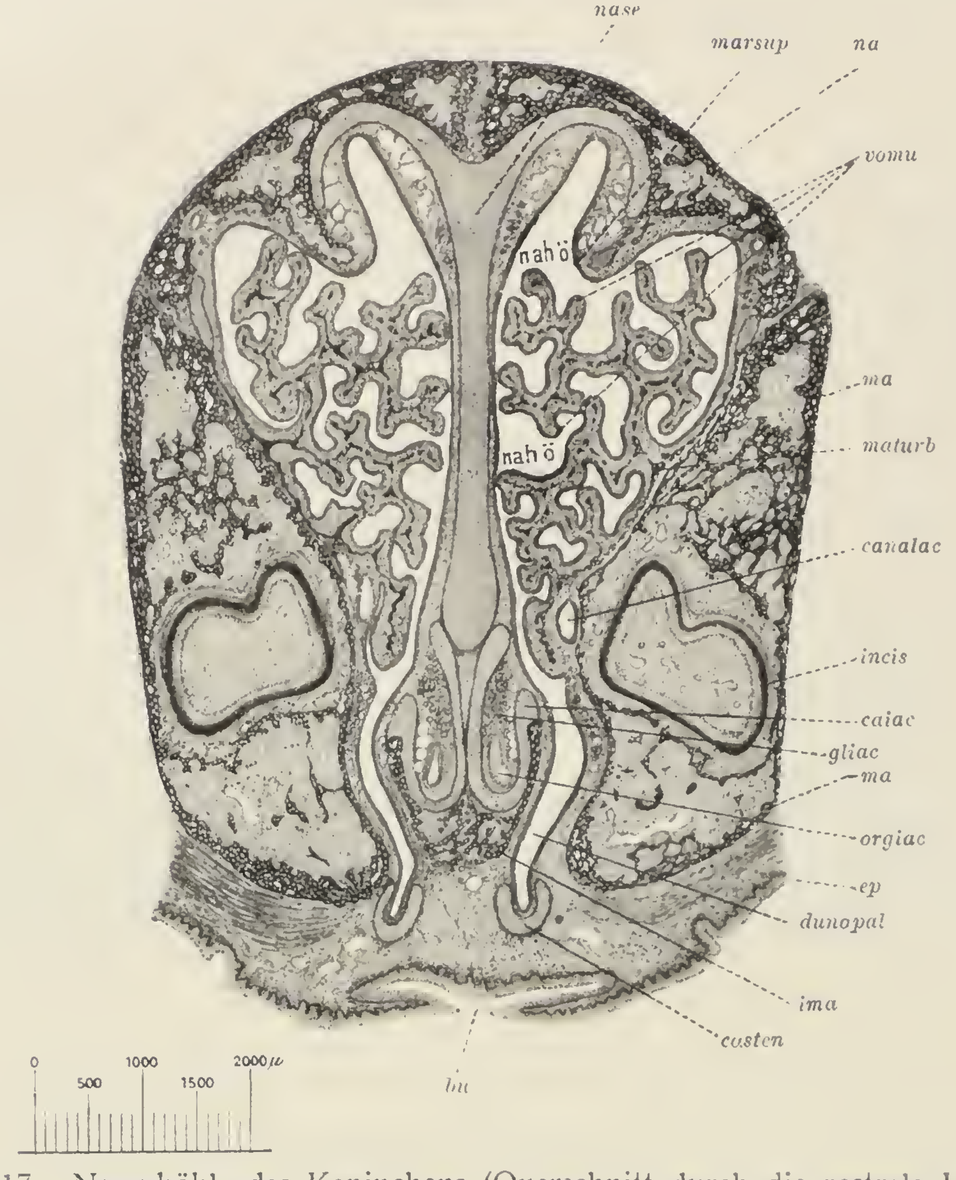


Fig. 17. Nasenhöhle des Kaninchens (Querschnitt durch die rostrale Hälfte).
nase Nasenscheidewand, *marsup* Marsupium, *na* Nasale, *vomu* vordere Muschel, *ma* Maxillare, *maturb* Maxilloturbinale, *canalac* Canalis nasolacrymalis, *incis* vorderer oberer Schneidezahn, *caiac* Jacobsonscher Knorpel, *gliac* Jacobsonsche Drüse, *orgiac* Jacobsonsches Organ, *ep* Mundhöhlenepithel, *dunapal* Ductus nasopalatinus, *ima* Processus palatinus des Intermaxillare, *casten* Stenonscher Knorpel, *bu* Bucht der Mundhöhle, in welche der Ductus nasopalatinus mündet, *nahö* Nasenhöhle.

schnürt sich etwas weiter rostral der STENONsche Gang, Canalis incisivus oder Ductus nasopalatinus, ab und mündet in eine seichte Bucht des Mundhöhlendaches (*bu*), dicht hinter dem hinteren oberen Nagezahn.

Die gesamte Schleimhautoberfläche ist bekleidet von dem respiratorischen Epithel, einem zweizeiligen, flimmernden Zylinderepithel von durchschnittlich 20—30 μ Dicke. Es senkt sich auch in den Canalis nasopalatinus ein, um erst kurz vor seinem rostralen Ende dem geschichteten Plattenepithel der Mundhöhle Platz zu machen. Vom äußeren Nasenloch her schlägt sich das geschichtete Plattenepithel der Epidermis in die Nasenhöhle um und reicht bis auf den Anfang der vorderen Muschel.

Das respiratorische Epithel sitzt auf einer dicken, bindegewebigen Propria, die von einem weiten, kavernösen Venenplexus durchsetzt wird. Drüsen finden sich in ihr an verschiedenen Stellen, so im Septum, im Marsupium und im dorsalen Teile der Außenwand. Es sind tubulöse Drüsen, ausgekleidet mit kubischen, körnchenhaltigen Zellen. Ihre Ausführungsgänge ziehen rostralwärts und münden dicht neben dem Marsupium.

Das JACOBSONsche Organ (*orgiac*) läßt schon bei schwacher Vergrößerung ein verschiedenes Verhalten seiner Wandungen erkennen. Die mediale Wand ist drei- bis viermal dicker, als die laterale; die erstere besteht aus Riechepithel, die letztere aus respiratorischem Epithel. Dorsal und ventral gehen beide Epithelarten ineinander über. Die JACOBSONsche Drüse gleicht in ihrem Bau den vorher erwähnten Nasendrüsen.

An das rostrale Ende des JACOBSONschen Organs schließt sich die Gl. infraseptalis an. Sie liegt in der dorsal offenen Rinne, welche der Ramus palatinus der Intermaxillare mit dem der anderen Seite bildet, ist eine seröse Drüse und schickt ihre Ausführungsgänge dorsal und lateral zur Außenwand, wo sie dicht neben dem Canalis nasopalatinus münden.

Der zweite unserer Schnitte (Fig. 18) fällt durch die hintere Muschel. Die Nasenhöhle hat sich beträchtlich verbreitert. Vom Dache ragt wieder in sie hinein das Marsupium (*marsu*) und lateral von ihm die mittlere Muschel (*mimu*). Von der Lateralwand buchtet sich die hintere Muschel (*himu*) vor mit drei Riechwülsten (*riwu*) und verbindet sich durch die Lamina terminalis (*late*) mit dem ventralen Ende des Nasenseptums (*nase*). Unter dem letzteren liegt mit schmetterlingsförmigem Querschnitt die Choane (*choa*), die ventralwärts durch den harten Gaumen mit der quer getroffenen Spina nasalis posterior (*spinapo*) gegen die Mundhöhle abgeschlossen wird.

Ventral von der hinteren Muschel erscheint der zum größten Teile vom Maxillare (*ma*) umschlossene Sinus maxillaris (*sima*). Er erstreckt sich kaudal bis zur Augenhöhle und ist hier blind geschlossen, rostral öffnet er sich breit am vorderen Umfang der hinteren Muschel in die Nasenhöhle. In seiner lateralen Wand verläuft innerhalb seines Knochenkanals der Canalis nasolacrymalis (*canalac*). Ventral von ihm ist der N. alveolaris superior (*nealvsu*) getroffen. Er versorgt die oberen Backzähne, von denen ein Prämolar (*prämol*) in den Schnitt fällt.

Während wir im rostralen Teil der Nasenhöhle fast ausschließlich respiratorisches Epithel fanden, tritt jetzt zu ihm noch das Riechepithel. Es erscheint zuerst etwas vor der Nasenhöhlenmitte in dem zwischen Marsupium und Nasenseptum einspringenden Winkel und breitet sich von hier auf das Marsupium und das Septum in einem ungefähr 2—3 mm hohen Streifen aus. In der kaudalen Hälfte rückt es auf dem Septum weiter ventral, erreicht jedoch nie die Lamina terminalis. Mit Riechepithel sind ferner überzogen die Riechwülste, d. h. die freien Firsten der mittleren und hinteren Muschel. Alle übrigen Teile tragen respiratorisches Epithel.

Das Riechepithel erreicht auf den Riechwülsten eine Dicke von 100—200 μ und wird von zahlreichen Lagen von Kernen durchsetzt, die nur eine schmale, oberflächliche Protoplasmazone freilassen. Die oberflächlichste Kernreihe zeichnet sich vor den übrigen immer durch stärkere Färbbarkeit aus. Diese auch etwas

größeren Kerne gehören den Stützzellen des Riechepithels an, zylindrischen Zellen, welche die ganze Epitheldicke durchsetzen und sich proximal in mehrere fußartige Enden aufspalten. Die tiefer liegenden Kerne gehören den Riechzellen an, langen, fadenartigen Gebilden. Der distale, etwas breitere Zellfortsatz trägt auf der Epitheloberfläche eine Anzahl kurzer, starrer Riech-

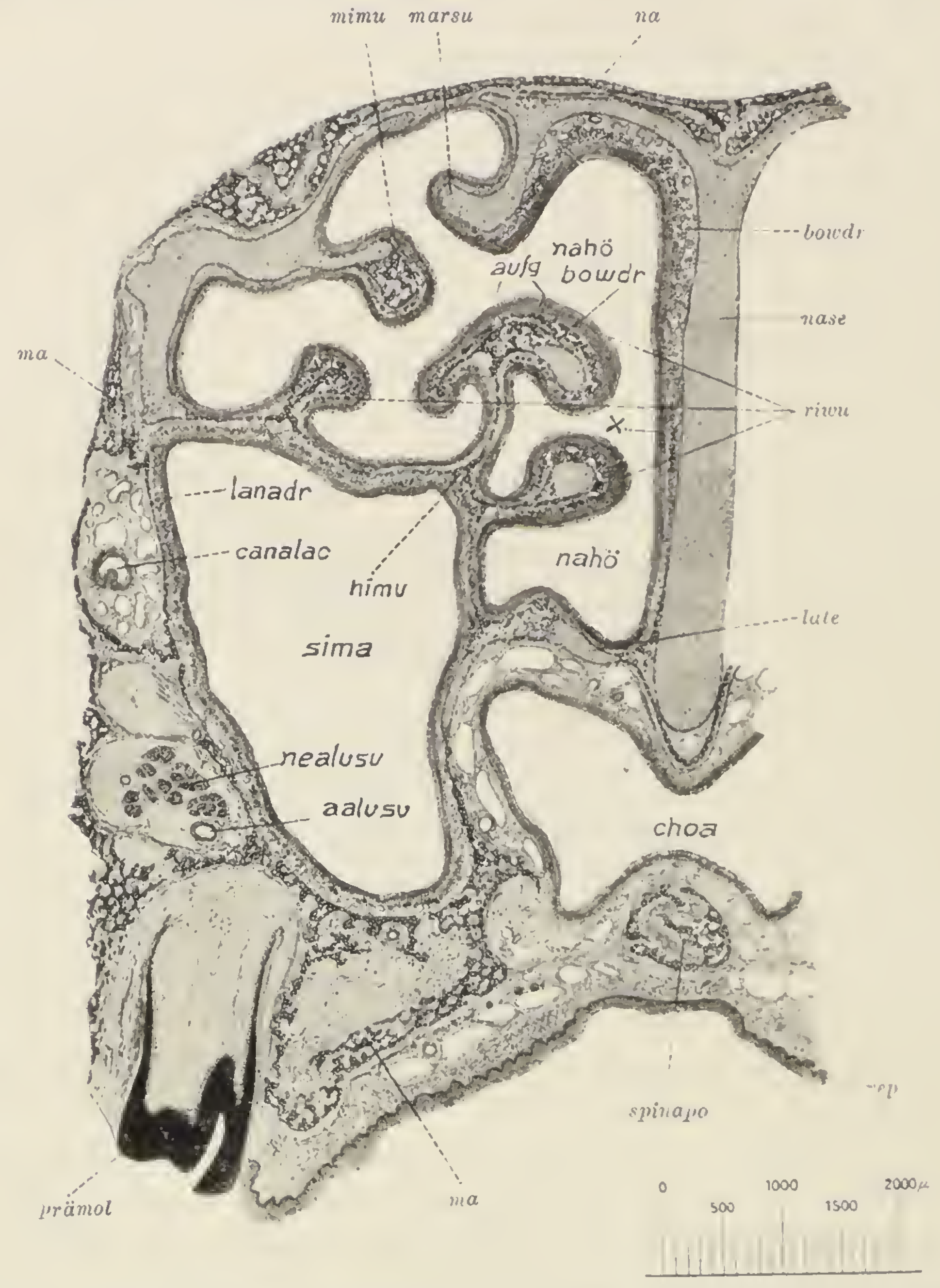


Fig. 18. Nasenhöhle des Kaninchens (Querschnitt durch die kaudale Hälfte). *mimu* mittlere Muschel, *marsu* Marsupium, *na* Nasale, *bowdr* Bowmansche Drüsen der Riechschleimhaut, *nase* Nasenscheidewand, *riwu* Riechwülste, *late* Lamina terminalis, *choa* Choane, *ep* Mundhöhlenepithel, *spinapo* Spina nasalis posterior, *ma* Maxillare, *prämol* Längsschnitt eines Prämolaren, *aalvsu* A. alveolaris superior, *nealvsu* N. alveolaris superior, *sima* Sinus maxillaris, *canalac* Canalis nasolacrymalis, *lanadr* laterale Nasendrüse, *himu* hintere Muschel, *nahö* Nasenhöhle, × Grenze zwischen Riechepithel und respiratorischem Epithel an der Nasenscheidewand, *aufg* Ausführungsgänge der Bowmanschen Drüsen.

härchen, der proximale, dünnere Fortsatz geht in eine marklose Riechnervenfaser über. Die tiefste Kernschicht schließlich gehört den Basalzellen an, kegelförmigen Zellen, deren zugespitztes distales Ende sich zwischen den Riechzellen verliert.

In die Schleimhaut der kaudalen Nasenhälfte sind ziemlich reichliche Drüsenmengen eingelagert. Im Bereiche des Riechepithels haben wir einmal die serösen Bowmanschen Drüsen (*bowdr*), verzweigt alveoläre Einzeldrüsen,

deren Ausführungsgänge (*aufg*) das Riechepithel senkrecht durchsetzen. Ihr Sekret dient zur Befeuchtung der Riechschleimhaut. Ein kontinuierliches Drüsenstratum findet sich ferner in der Außenwand der Nasenhöhle. Auch hier handelt es sich um seröse Drüsen, deren Ausführungsgänge rostralwärts verlaufen und sich mit denen der rostralen Hälfte vereinigen. Man kann diese Drüsen der Außenwand der Nasenhöhle (*lanadr*) in ihrer Gesamtheit als ein Homologon der lateralen Nasendrüse niederer Wirbeltiere auffassen.

Die Schleimhaut der Choane ist frei von Drüsen. Sie wird bekleidet von respiratorischem Epithel mit Becherzellen.

5. Die Geschmacksorgane.

Als Geschmacksorgane dienen die Geschmacksknospen, die im Epithel der Zunge, der Mundhöhle, der Rachenhöhle und des Kehldeckels ihren Sitz haben und vom N. glossopharyngeus innerviert werden. Auf den Bau dieser Organe soll bei der Besprechung des Mundhöhlenepithels näher eingegangen werden.

6. Das Zentralnervensystem.

Die Freilegung des Zentralnervensystems macht beim Kaninchen keine besonderen Schwierigkeiten. Am besten nimmt man Gehirn und Rückenmark im Zusammenhang in folgender Weise heraus. Bei dem in Bauchlage befindlichen Tier wird zunächst durch einen von der Nasenspitze bis zur Schwanzwurzel reichenden Längsschnitt die Haut gespalten und beiderseits abpräpariert. Dann werden die oberflächlichen und tiefen Muskeln von Hals und Rücken fortgenommen und dadurch Dornfortsätze und Bogen der Wirbelsäule freigelegt. Die nun folgende Eröffnung der Schädelhöhle kann bei jüngeren Tieren mit einem kräftigen Skalpell vorgenommen werden, bei alten Tieren bedient man sich einer Knochenzange (Kneifzange), deren schräg angesetzte Branchen vorn spitz auslaufen. Dabei hüte man sich vor jeder Verletzung der Dura. Ist das Schädeldach bis zum Hinterhauptsloch entfernt, so geht man mit der Zangenspitze in den Wirbelkanal ein, trennt beiderseits die Wirbelbogen der Reihe nach durch und legt so die Dorsalfläche des Rückenmarks frei. Dann folgt die Herausnahme des Gehirns, die mit der Spaltung und Ablösung der Dura beginnt. Nachdem die Riechnerven durchschnitten sind, wird das Gehirn gelüftet und an der nun sichtbaren Hirnbasis die Hirnnerven der Reihe nach durchtrennt. Nachdem dann die zwischen Kleinhirn und Großhirn ausgespannte Falx cerebri entfernt ist kann man das Gehirn aus der Schädelhöhle herausheben und nun die Rückenmarksnerven im Wirbelkanal durchtrennen und das gesamte Zentralnervensystem entfernen. Man versuche dabei, wenigstens an den Halsnerven die Spinalganglien in Verbindung mit dem Rückenmark zu erhalten.

Das Präparat wird nun auf eine entsprechend lange Wachsplatte gelegt, die Dura des Rückenmarks auf der Dorsalfläche der Länge nach gespalten und mit Nadeln aufgesteckt. Schließlich wird die ganze Platte mit dem Präparat, Gehirn nach unten, in einen hohen Zylinder mit 15%iger Formalinlösung eingesenkt. Die Flüssigkeit wird am folgenden Tag gewechselt, in ihr kann das Präparat beliebig lange Zeit aufgehoben werden.

Zur mikrotechnischen Bearbeitung wird Gehirn und Rückenmark dann in 5—10 mm dicke Scheiben zerlegt, die entweder im Stück nach der Bielschowskymethode behandelt und in Paraffin eingebettet werden oder 8—14 Tage in MÜLLERsche Flüssigkeit übertragen werden, um dann in Zelloidin eingebettet und nach der Markscheidenmethode behandelt zu werden.

Außer solchen Querschnittsserien geben sagittale Längsschnitte durch das ganze Gehirn wertvolle Aufschlüsse.

Vorzügliche Resultate für die Untersuchung des Zentralnervensystems liefert auch beim Kaninchen die vitale Methylenblaufärbung. Der Farbstoff kann entweder intravenös oder subkutan oder vom Herzen aus appliziert werden. Die intravenöse Injektion wird in der S. 4 geschilderten Weise von der V. femoralis aus vorgenommen.

Man injiziert zunächst alle 5 Minuten 1 ccm einer 1%igen Methylenblaulösung, die mit gleichen Teilen physiologischer Kochsalzlösung verdünnt und auf Körpertemperatur erwärmt ist. Nach einer Stunde geht man zur Injektion der 1%igen Lösung selbst über und fährt damit bis zum Tod des Tieres fort, der immer durch Atmungslähmung und unter heftigen Krampferscheinungen erfolgt. Je länger das Tier die Injektion erträgt, je mehr Farbstoff ihm also einverleibt wird, um so besser das Resultat.

Zur subkutanen Injektion benutzt man eine 5%ige Methylenblaulösung und injiziert alle halbe Stunde 10 ccm unter die Haut des Rückens. Der Tod erfolgt gewöhnlich nach der vierten oder fünften Injektion. Dann kann man den Thorax eröffnen und in der S. 4 geschilderten Weise in die Aorta eine Kanüle einbinden, um noch ungefähr 50 ccm 1%iger Farbstofflösung supravital zu injizieren. Das Tier muß nach der Injektion noch 1 Stunde lang liegen. Dann wird Rückenmark und Gehirn herausgenommen und in toto in Ammoniummolybdat fixiert. Nach dem Auswaschen und Entwässern wird das Organ dann in entsprechender Weise zerlegt und in Paraffin eingebettet.

Als letzte wäre schließlich die Golgimethode anzuführen. Sie liefert bei neugeborenen oder wenige Wochen alten Tieren oft überraschend schöne Bilder, kann aber nur auf höchstens 5 mm dicke Scheiben Anwendung finden und erfordert große Mengen von Flüssigkeit. Die Stücke bleiben 3—5 Tage in der Osmiumbichromatlösung und werden nach der Imprägnation mit Silbernitrat in Zelloidin eingebettet.

a) Das Rückenmark.

Das Rückenmark durchsetzt als zylindrischer Strang den Wirbelkanal vom ersten Halswirbel bis zum zweiten Sakralwirbel. Hier geht es in einen dünnen Faden, das Filum terminale, über, der sich in der Schwanzwirbelsäule noch bis zum achten Schwanzwirbel verfolgen läßt. In der Höhe des fünften bis siebenten Halswirbels zeigt das Rückenmark eine deutliche Halsanschwellung; die Lendenanschwellung findet sich in der Höhe des zwölften Brust- und des ersten Lendenwirbels. Dann verdünnt sich das Rückenmark zum Conus terminalis, der in das Filum terminale übergeht.

Auf der Ventralfläche treten die Ventralwurzeln aus, auf der Dorsalfläche die Dorsalwurzeln. Jede der letzteren schwillt innerhalb eines Foramen intervertebrale zu einem Spinalganglion an und vereinigt sich nach Austritt aus dem letzteren mit der ventral am Ganglion vorbeilaufenden Ventralwurzel zu einem Spinalnerven. Von letzteren besitzt das Kaninchen 8 Zervikalnerven, 12 Thorakalnerven, 7 Lumbalnerven, 4 Sakralnerven und 6 Kaudalnerven.

Den feineren Bau des Rückenmarks wollen wir an einem Querschnitt durch die Halsanschwellung untersuchen (Fig. 19). Die Form des Querschnitts ist hier ein ziemlich regelmäßiges Oval von 5—6 mm transversalem und 3—4 mm sagittalem Durchmesser. Von der Mitte der Ventralfläche senkt sich die Fissura longitudinalis ventralis (*filove*) in die Tiefe. Ihr entspricht dorsalwärts das Septum longitudinale dorsale (*selodo*). Durch beide wird der Rückenmarksquerschnitt unvollständig in zwei Hälften geteilt. Rechte und linke Hälfte stehen in Verbindung durch die schmale dorsale (*doko*) und die breitere ventrale Kommissur (*veko*), welche den Zentralkanal (*zeka*) zwischen sich fassen.

Jede Querschnittshälfte setzt sich wieder aus grauer und weißer Substanz zusammen, von denen die letztere die erstere mantelartig umhüllt

Wenden wir uns zunächst zur Betrachtung der grauen Substanz. Sie zeigt im Gesamtquerschnitt die bekannte Schmetterlingsfigur und läßt deutlich

Ventral- und Dorsalhorn erkennen. Das massige Ventralhorn hat die Form eines Hammerkopfes und ist ventral- und lateralwärts in zahlreiche, spitzige Zacken ausgezogen. Auch das Dorsalhorn ist gut entwickelt. Wenn es auch mit seiner dorsalen Zirkumferenz der dorsalen Peripherie recht nahe kommt, so wird es doch stets von ihr durch einen schmalen Streifen weißer Substanz getrennt. Zwischen Ventral- und Dorsalhorn buchtet sich die weiße Substanz tief gegen die graue vor und ist in diesem einspringenden Winkel von schmalen Streifen grauer Substanz netzartig durchsetzt, Formatio reticularis (*fore*).

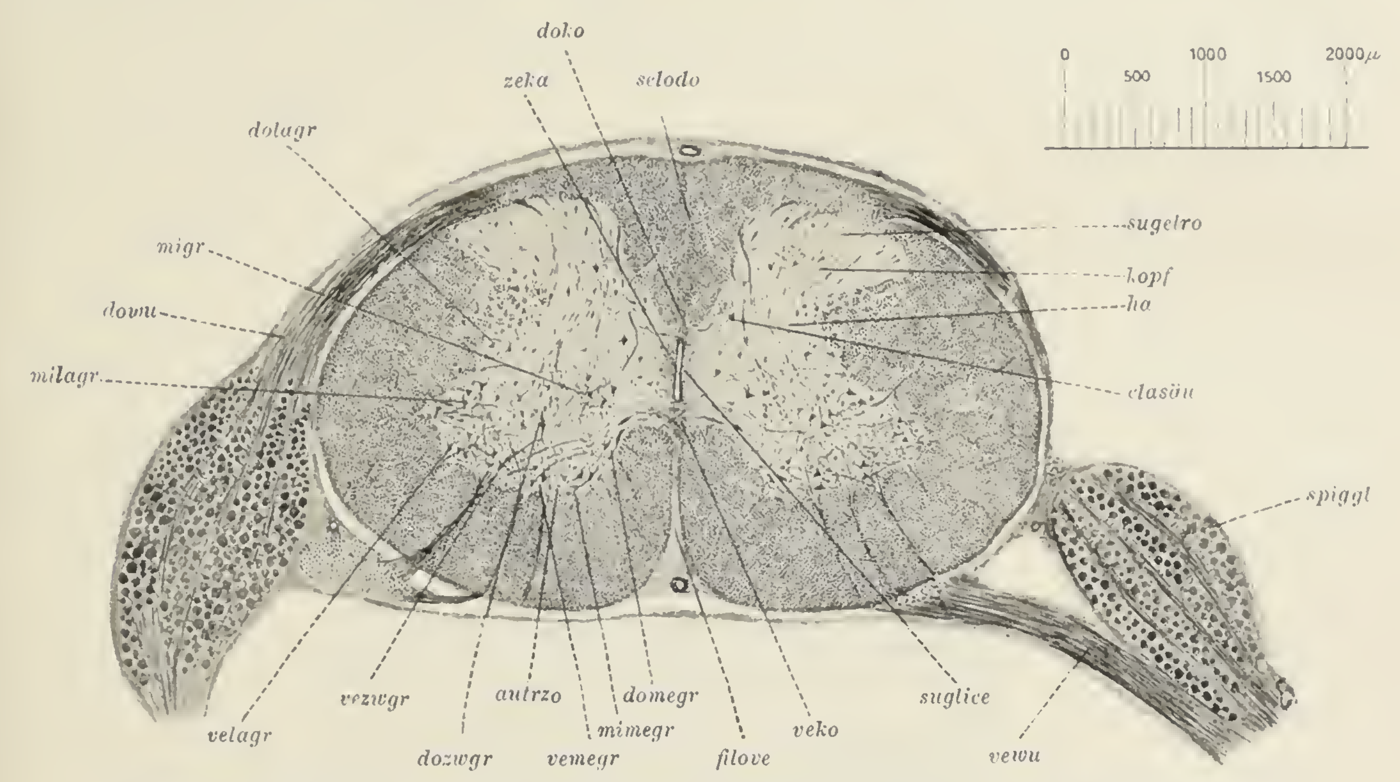


Fig. 19. Rückenmark des Kaninchens (Querschnitt durch die Halsanschwellung). *selodo* dorsales Längsseptum, *sugelro* Substantia gelatinosa Rolandi, *kopf* Kopf des Dorsalhorns, *ha* Hals des Dorsalhorns, *clasäu* Clarkesche Säule, *spiggl* Spinalganglion, *vewu* Ventralwurzel, *suglice* Substantia gliosa centralis, *veko* Ventralkommissur, *filove* ventrale Längsfissur, *domegr* dorsale Medialgruppe, *mimegr* mittlere Medialgruppe, *vemegr* ventrale Medialgruppe, *autrzo* Austrittszone, *dozwgr* dorsale Zwischengruppe, *vezwgr* ventrale Zwischengruppe, *velagr* ventrale Lateralgruppe, *milagr* mittlere Lateralgruppe, *dowu* Dorsalwurzel, *migr* Mittelgruppe, *dolagr* dorsale Lateralgruppe, *zeka* Zentralkanal, *doko* Dorsalkommissur.

Schon die Betrachtung mit schwacher Vergrößerung lehrt, daß die einzelnen Teile der grauen Substanz verschieden große und dicht gelagerte Nervenzellen enthalten. Am zahlreichsten und größten sind die Zellen im Ventralhorn und ordnen sich hier zu verschiedenen Gruppen an, von denen wir zunächst Lateralgruppen, Medialgruppen und Zwischengruppen unterscheiden können, und unter diesen wieder ventrale, mittlere und dorsale Gruppen. Dazu kommt noch weiter dorsomedian die Gruppe der Mittelzellen (*migr*). Die ventrale Peripherie des Ventralhorns wird von einem schmalen, zellfreien Streifen grauer Substanz gebildet, der Austrittszone der Ventralwurzelfasern (*autrzo*).

Die Zellen des Ventralhorns (Fig. 20) sind mittelgroß bis groß und erreichen einen größten Durchmesser von 70—80 μ. Der Körper ist unregelmäßig, polyedrisch, nur bei den Zellen der mittleren und dorsalen Medialgruppe erscheint er stärker in die Länge gezogen, spindlig. Bei Färbung mit Eisenhämatoxylin oder Biondilösung zeigt er sich erfüllt von großen, unregelmäßigen Tigroidschollen. Der große, bläschenförmige Kern enthält ein großes Kernkörperchen und spärliche, azidophile Chromatinbröckchen. Zwischen den Tigroidschollen

verlaufen die Neurofibrillen, welche sich durch die Bielschowskymethode leicht darstellen lassen.

Der Zellkörper entsendet immer eine größere Anzahl von Dendriten. Sie entspringen meist mit breiter Fläche und verjüngen sich unter fortgesetzter dichotomischer Teilung, um schließlich in allerfeinste Spitzen auszulaufen und weite Strecken der grauen Substanz zu durchmessen. Von den Medialgruppen und den Mittelzellen aus gelangen die Dendriten zum Teil durch die ventrale



Fig. 20. Rückenmark des Kaninchens (Zellen des Ventralhorns).
velagr ventrale Lateralgruppe, *mokol* motorische Kollateralen, *vewubii* Ventralwurzelbündel, *vezwgr* ventrale Zwischengruppe, *autrzo* Austrittszone, *kol_1* Kollateralen des Ventralstrangs, *vemegr* ventrale Medialgruppe, *mimegr* mittlere Medialgruppe, *dozwgr* dorsale Zwischengruppe, *migr* Mittelgruppe, *kol_3* Kollateralen des Dorsalstrangs, *dolagr* dorsale Lateralgruppe, *kol_2* Kollateralen des Lateralstrangs.

Kommissur in die anderseitige Hälfte der grauen Substanz. Auch in die weiße Substanz dringen sie an vielen Stellen tief ein.

Jede Ventralhornzelle entsendet einen Neuriten. Derselbe geht von einem spitz ausgezogenen Fortsatz des Zellkörpers aus, der im Gegensatz zu den Dendriten stets frei von Tigroidschollen ist. Aus diesem sog. Ursprungskegel geht der Neurit als feines Fädchen hervor, beschreibt meist ein bis zwei kurze Schleifen, um dann zu seiner definitiven gleichmäßigen Dicke anzuschwellen und sich gleichzeitig mit einer Markscheide zu umgeben.

Die weitaus größte Zahl aller Ventralhornzellen sind Wurzelzellen, d. h. ihr Neurit verläßt als Ventralwurzelfaser das Rückenmark. Diese Wurzelfasern durchsetzen in Form von drei bis vier Bündeln (*vewubii*) die weiße

Substanz. Jedes Bündel setzt sich aus Neuriten aller Zellgruppen zusammen und, um zu ihrem Wurzelbündel zu gelangen, müssen die Neuriten zum Teil starke Bogen beschreiben und sich vielfach überkreuzen. Bevor der Neurit in das Wurzelbündel eintritt, gibt er innerhalb der Austrittszone (*autrzo*) regelmäßig ein oder zwei Seitenzweige ab. Diese motorischen Kollateralen (*mokol*) entspringen immer an einer Ranvierschen Einschnürung, wenden sich rückläufig in das Ventralhorn und verzweigen sich an den Zellen der verschiedenen Gruppen.

Außer den Wurzelzellen enthält das Ventralhorn noch Strangzellen und zwar Strangzellen des Ventral- und Lateralstrangs. Sie liegen in der dorsalen Zwischengruppe (*dozwgr*) und in der Gruppe der Mittelzellen (*migr*). Die Strangzellen des Lateralstrangs schicken ihre Neuriten direkt lateral in den gleichseitigen Lateralstrang, bei den Strangzellen des Ventralstrangs durchsetzt der Neurit zunächst die Ventralkommissur und tritt dann in den gekreuzten Ventralstrang ein.

An dem Dorsalhorn können wir den schmalen Hals (Fig. 19 *ha*) und den breiten Kopf (*kopf*) unterscheiden. Der letztere wird dorsalwärts überzogen von einem halbmond- oder sichelförmigen Streifen gelatinöser Substanz, der Substantia gelatinosa Rolandi (*sugelro*).

Das Dorsalhorn ist im Vergleich zu dem Ventralhorn arm an Nervenzellen. Eine Ausnahme macht nur die Gegend dorsal und lateral vom Zentralkanal. Hier finden sich stets, dem Dorsalstrang dicht angelagert, große multipolare Nervenzellen mit stark verzweigten kurzen Dendriten. Es sind das die Zellen der Clarkeschen Säule (*clasäu*), die in kaudaleren Abschnitten des Rückenmarks stärker entwickelt sind als im Halsmark. Ihre Neuriten lagern sich häufig zu dünnen Bündelchen zusammen und treten in den Lateralstrang ein. Im übrigen wird das Dorsalhorn von kleinen oder mittelgroßen, meist spindelförmigen Nervenzellen bevölkert, die in der Hauptsache Strangzellen darstellen. Sie schicken ihre Neuriten teils in den Lateral-, teils in den Dorsalstrang.

Die Substantia gelatinosa Rolandi (*sugelro*) besteht aus einer unregelmäßig körnigen Grundsubstanz, die, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, aus zugrunde gegangenen Nervenzellen hervorgeht. In sie eingelagert sind kleine, spindlige Nervenzellen mit spärlichen Dendriten.

Der Zentralkanal (*zeka*) stellt in unserem Schnitt einen sagittal gestellten Längsspalt dar, ausgekleidet mit einer einfachen Schicht zylindrischer Ependymzellen. Jede derselben geht distalwärts in eine feine Ependymfaser über. An der dorsalen und ventralen Kante lagern sich die Ependymfasern zu je einem Ependymkeil zusammen. Die Fasern des dorsalen Ependymkeils treten in das dorsale Längsseptum (*selodo*) ein, die des ventralen Ependymkeils enden am Boden der ventralen Längsfissur (*filove*). Der Zentralkanal wird umgeben von einer dichten Gewebsmasse, der Substantia gliosa centralis (*suglice*) mit zahlreichen Gliazellen und Gliafasern und spärlichen kleinen Nervenzellen.

Vom Dorsalstrang wird der Zentralkanal durch die schmale Dorsalkommissur (*doko*) getrennt, in der vereinzelte Nervenzellen auftreten. Die Ventralkommissur (*veko*) ist wesentlich breiter und wird durchsetzt von den sich kreuzenden Neuriten der Ventralstrangzellen und den Dendriten der Mittelzellen und der Zellen der dorsalen Medialgruppe.

An der weißen Substanz des Rückenmarks kann man Ventral-, Lateral- und Dorsalstrang unterscheiden. Ihre Fasern sind markhaltige, längsverlaufende Nervenfasern. Die dicksten Fasern finden sich im Ventralstrang und den inneren Bezirken des Lateralstrangs, die dünnsten im Dorsalstrang. Ventral- und Lateralstrang gehen in der Gegend der austretenden Ventralwurzelbündel ohne feste Grenze ineinander über, zwischen Lateral- und Dorsalstrang schiebt sich eine dünne Markbrücke ein, welche die Substantia gelatinosa Rolandi von der Rückenmarksperipherie trennt.

Wenn wir nun versuchen, diese Fasermasse der weißen Substanz bezüglich ihrer Herkunft etwas näher zu analysieren, so ergibt sich folgendes. Die Fasern des Dorsalstrangs stammen zum größten Teil aus den Dorsalwurzeln, die wieder die zentralen Ausläufer der Spinalganglienzellen sind. Wenn sie sich in den Dorsalstrang einsenken, teilen sie sich **T**-förmig in einen auf- und einen absteigenden Ast. Außerdem verlaufen im Dorsalstrang noch die Neuriten der Dorsalstrangzellen.

Im Lateralstrang haben wir einmal Neuriten von Lateralstrangzellen, die zum Teil das ganze Rückenmark durchsetzen und in das Gehirn eintreten. So schicken die Zellen der CLARKEschen Säule ihre Neuriten als Kleinhirnseitenstrangbahn oder Tractus spinocerebellaris bis ins Kleinhirn. In den ventralen Partien des Lateralstrangs verläuft der Tractus spinothalamicus zum Zwischenhirn. Außerdem aber enthält der Lateralstrang auch aus dem Gehirn stammende Bahnen. Von ihnen ist in erster Linie der Tractus corticospinalis, die Pyramidenbahn, zu nennen. Seine Fasern sind die Neuriten von Zellen der Großhirnrinde, kreuzen im rostralsten Abschnitt des Halsmarks und treten in die dorsalen Bezirke des Lateralstrangs ein. Andere absteigende Bahnen des Lateralstrangs sind der Tractus vestibulospinalis aus der Medulla oblongata, der Tractus cerebellospinalis aus dem Kleinhirn und die Tractus rubro- und tectospinalis aus dem Mittelhirn.

Die Fasern des Ventralstrangs sind wohl sämtlich Neuriten von Ventralstrangzellen.

Alle Fasern der weißen Substanz schicken auf ihrem Verlauf durch das Rückenmark von Stelle zu Stelle Seitenzweige, Kollateralen, in die graue Substanz, die an den Zellen derselben enden. Am spärlichsten sind die Kollateralen des Ventralstrangs (Fig. 20 kol_1). Seine Fasern zerfallen gewöhnlich in zwei Äste, die entweder gleichzeitig oder nacheinander in die graue Substanz eintreten und hauptsächlich an den Zellen der Medialgruppen enden. Viel massenhafter treten die Kollateralen des Lateralstrangs (kol_2) auf. Sie biegen unter rechtem Winkel von der Stammfaser ab, legen sich zu kleinen Bündeln zusammen und verzweigen sich entweder schon in der weißen Substanz oder treten zu den Zellen der Lateralgruppen. Die Kollateralen des Dorsalstrangs (kol_3) durchsetzen bündelweise die Substantia gelatinosa Rolandi und das Dorsalhorn. Im Ventralhorn angekommen, treten sie vor allem mit den Zellen der Mittelgruppe in Verbindung, in der sie ein dichtes Fasergewirr bilden. Andere Bündel gelangen zur dorsalen Zwischengruppe und zur dorsalen Lateralgruppe, weiter ventral scheinen die Dorsalstrangkollateralen jedoch nicht vorzudringen.

Es bleibt uns nun noch übrig, kurz die Veränderungen zu besprechen, welche der Rückenmarksquerschnitt kaudalwärts erfährt. Im Thorakalmark

nimmt der Querschnitt Kreisform an mit einem Durchmesser von 4 mm. Die Fissura longitudinalis ventralis wird sehr tief und schmal, der Zentralkanal erweitert sich etwas, stellt aber im übrigen noch einen Sagittalspalt dar. Die graue Substanz nimmt an Masse gegenüber der weißen Substanz beträchtlich ab. Vor allem wird davon das Ventralhorn betroffen, das seine laterale Ausbuchtung vollkommen einbüßt und nun einen schmalen, abgerundeten, ventral gerichteten Zapfen darstellt. Hand in Hand damit geht ein Schwund der Formatio reticularis. Noch stärker ist die Reduktion des Dorsalhorns. Es zieht sich weit von der Rückenmarksperipherie zurück und nimmt Spindelform an. An der Grenze zwischen Dorsal- und Lateralstrang tritt äußerlich der Sulcus paramedianus auf.

Im Lumbalmark wächst der Querschnitt wieder allmählich an und erreicht in der Lumbalanschwellung sein Maximum mit einem transversalen Durchmesser von 6 mm und einem sagittalen Durchmesser von 5 mm. Die graue Substanz erreicht hier ihre größte Ausdehnung, zeigt im übrigen aber die gleichen Formverhältnisse wie in der Zervikalanschwellung.

Im Conus terminalis überwiegt der sagittale Durchmesser etwas über den transversalen. Die weiße Substanz nimmt bei der allgemeinen Querschnittsverkleinerung stärker ab, als die graue, so daß sie die letztere nur als schmaler Ring umgibt. Besonders groß und blasig angeschwollen tritt das Dorsalhorn hervor und geht mit nur ganz schwach abgesetztem Halse in das lateral stark reduzierte Ventralhorn über. Die Formatio reticularis ist kaum angedeutet, der Zentralkanal ein etwas verbreiterter sagittaler Spalt.

Zur Darstellung der Neuroglia des Rückenmarks bedient man sich am besten der Vergoldung. Kleine Stücke des Rückenmarks werden 5 Stunden lang in 3%iger Sublimatlösung mit Zusatz von 7,5% Salpetersäure fixiert, über Nacht ausgewaschen und dann in 5%iges Formalin übertragen. Die aus diesem Material hergestellten Gefrierschnitte kommen zuerst für 30 Minuten in Jodjodkaliumlösung (1 g Jod und 2 g Jodkalium gelöst in 600 g Wasser), werden kurz abgespült und für 30 Minuten in 0,2%ige Goldchloridlösung übertragen. Nach gründlichem Auswaschen werden die Schnitte reduziert in einer 2%igen Resorzinlösung und in Lävulose eingeschlossen. In solchen Präparaten sind die Achsenzylinder, Nervenzellen und Gliazellen purpurrot gefärbt, während die Gliafasern tiefschwarz hervorspringen.

Zunächst erkennen wir um den Zentralkanal herum eine starke Anhäufung von Glia, die Substantia gliosa centralis. Sie besteht aus einem dichten Filz von Gliafasern, die teils den Zentralkanal ringförmig umkreisen, teils mit ihm parallel verlaufen. Diese zentrale Gliamasse wird radiär durchsetzt von den Ependymfasern und enthält zahlreiche sternförmige Gliazellen, Astrozyten, durch deren Körper die Gliafasern hindurchtreten.

In der grauen Substanz finden sich zahlreiche Gliazellen. Besonders dicht ist das Gewirr der Gliafasern an der Grenze zwischen grauer und weißer Substanz. Jede Nervenzelle wird von Gliafasern korbartig umhüllt, ebenso bilden die letzteren scheidenartige Hüllen um die Blutgefäße herum. Das Dorsalhorn ist ärmer an Glia, als das Ventralhorn. Fast ganz gliafrei ist die Substantia gelatinosa Rolandi.

In der weißen Substanz treten allenthalben zwischen den Nervenfasern Gliazellen auf. Die Gliafasern schlängeln sich zwischen den Markfasern hindurch. An der Peripherie wird die weiße Substanz von einem dünnen Gliamantel umgeben. Von dieser Gliahülle dringen Gliasepten in das Innere der weißen

Substanz vor und zerlegen sie in gröbere und feinere Nervenfaserbündel. Ganz aus Gliafasern ist das dorsale Längsseptum aufgebaut; die ventrale Längsfissur wird von einer dicken Gliaschicht ausgekleidet.

b) Das Gehirn.

Rostral von dem Ursprung des ersten Zervikalnerven geht das Rückenmark unter zunehmender Verbreiterung und Verdickung in das Rhombenzephalon oder die Medulla oblongata über. Es wird dorsalwärts in seiner

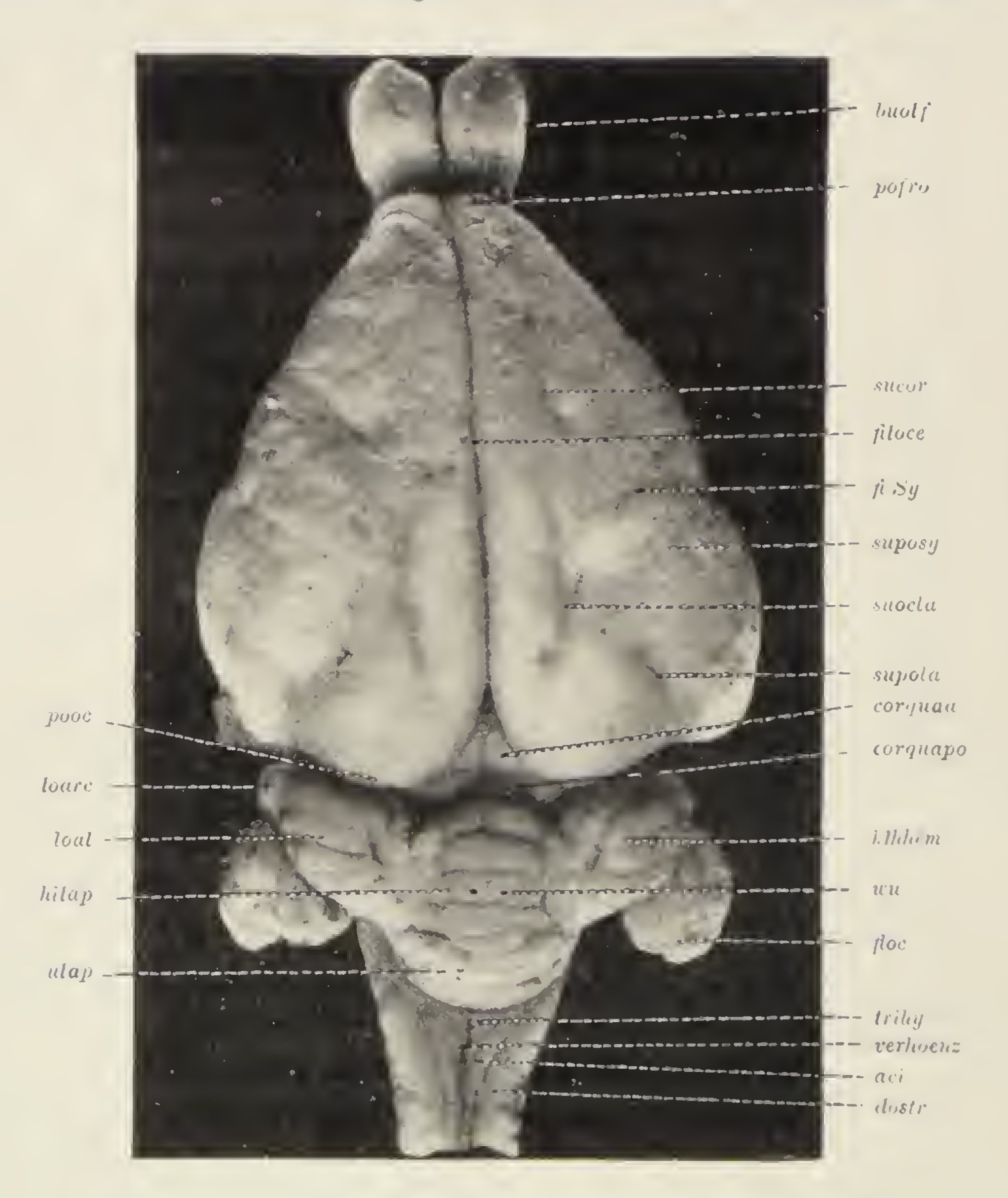


Fig. 21. Gehirn des Kaninchens (dorsale Ansicht).
buolf Bulbus olfactorius, *pofro* Polus frontalis, *sucor* Sulcus coronarius, *filoce* Fissura longitudinalis cerebri, *fi Sy* Fissura Sylvii, *suposy* Sulcus postsylvicus, *suocla* Sulcus occipitalis lateralis, *supola* Sulcus posterior lateralis, *corquaa* vorderer Vierhügel, *corquapo* hinterer Vierhügel, *klhhem* Kleinhirnhemisphäre, *wu* Wurm, *floc* Flocculus, *trihy* Trigonum hypoglossi, *verhoenz* Ventrikel des Rhombenzephalons, *aci* Ala cinerea, *dostr* Dorsalstränge, *pooc* Polus occipitalis, *loarc* Lobus arcuatus, *loal* Lobus alatus, *hilap* Hinterlappen, *ulap* Unterlappen des Kleinhirns.

rostralen Hälfte überlagert vom Kleinhirn und bedeckt von der mit der Pia mater eng verbundenen Tela chorioidea; nehmen wir sie weg, so liegt der Ventrikel des Rhombenzephalons oder vierte Ventrikel frei vor uns, als seichte, grubenförmige Vertiefung, wegen ihrer Form auch gewöhnlich als Rautengrube bezeichnet (Fig. 21 *verhoenz*). Kaudal öffnet sich in den Ventrikel der Zentralkanal des Rückenmarks, rostral verengt er sich unter dem Kleinhirn zum Aquaeductus Sylvii. In der vom Kleinhirn nicht bedeckten Hälfte der Rauten-

grube bilden die laterale Begrenzung die spitzwinklig auseinander weichenden Dorsalstränge (*dostr*), an die sich medial als schmaler Streifen die Ala cinerea (*aci*) anschließt, von jenen durch den Sulcus intermedius posterior getrennt. Zwischen beide Alae schiebt sich das Hypoglossusdreieck (*trihy*) ein. In der vom Kleinhirn bedeckten rostralen Hälfte werden die Ränder der Rautengrube gebildet durch die aus dem Rhombenzephalon ins Kleinhirn aufsteigenden Corpora restiformia. Der Boden der Rautengrube wird durch den Sulcus medianus

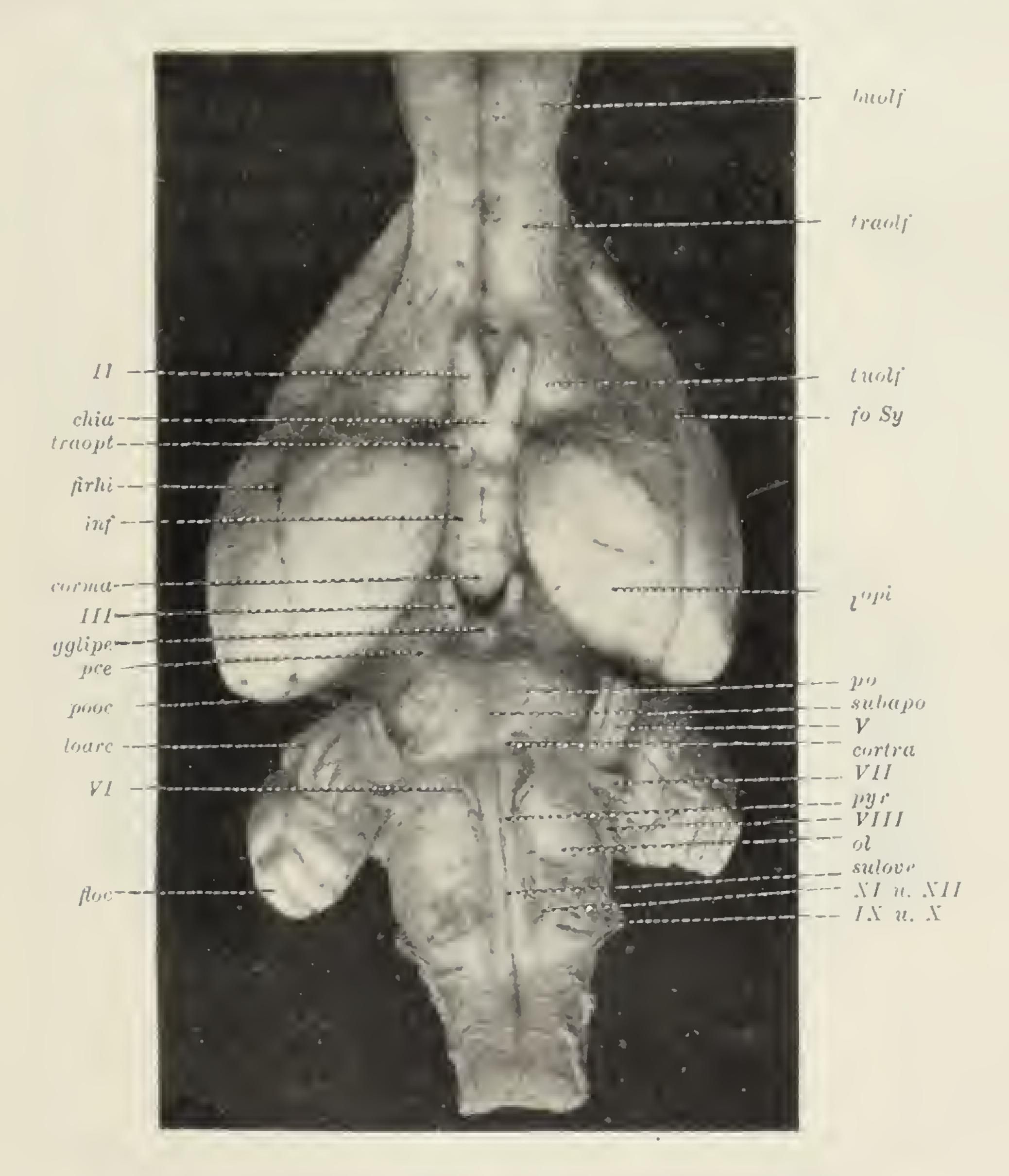


Fig. 22. Gehirn des Kaninchens (ventrale Ansicht).
buolf Bulbus olfactorius, *traolf* Tractus olfactorius, *tuolf* Tuberculum olfactorium, *fo Sy* Fossa Sylvii, *lopi* Lobus piriformis, *po* Brücke, *subapo* Sulcus basilaris pontis, *V* N. trigeminus, *cortra* Corpus trapezoides, *VII* N. facialis, *pyr* Pyramide, *VIII* N. acusticus, *ol* Olive, *sulove* Sulcus longitudinalis ventralis, *XI u. XII* N. accessorius u. N. hypoglossus, *IX u. X* N. glossopharyngeus u. N. vagus, II N. opticus, *chia* Chiasma, *traopt* Tractus opticus, *firhi* Fissura rhinalis, *inf* Infundibulum, *corma* Corpus mammillare, *III* N. oculomotorius, *gglipe* Ganglion interpedunculare, *pce* Pedunculus cerebri, *pooc* Polus occipitalis, *loarc* Lobus arcuatus, *floc* flocculus, *VI* N. abducens.

rhombencephali in eine rechte und linke Hälfte geteilt und zeigt im Verlauf dieser Furche eine seichte Vertiefung, die Fovea mediana. Beiderseits wird die Furche flankiert von der Columna teres, die rostral zur Eminentia teres anschwillt. Lateral schließt sich die Area acustica und das Tuberculum acusticum an, das sich zwischen das Corpus restiforme und die sich verflachenden Dorsalstränge einzwängt.

Auf der Ventralfläche des Gehirns (Fig. 22) wird das rostrale Ende des Rhombenzephalons bezeichnet durch den Querwulst der Brücke, Pons Va-

rolii (*po*). Die mediane Längsfurche der letzteren, Sulcus basilaris pontis (*subapo*), setzt sich in den Sulcus longitudinalis ventralis (*sulove*) fort. Zu beiden Seiten des letzteren liegt als schmaler, allmählich verflachender und in der Tiefe jener Furche verschwindender Längswulst die Pyramide (*pyr*). Zwischen ihrem rostralen Ende und der Brücke hebt sich nur ganz schwach das Corpus trapezoides (*cortra*) ab. Lateral von der Pyramide bildet jederseits die Olive (*ol*) eine flache Kuppe.

Von Hirnnervenursprungsstellen haben wir im Bereich des Rhombenzephalons zunächst am kaudalen Brückenrand den N. trigeminus (V) und dicht hinter ihm den N. facialis (VII) und N. acusticus (VIII). Es folgt dann am lateralen Olivenrand mit mehreren konvergierenden Wurzelbündeln der N. vagoglossopharyngeus (IX und X). Medianwärts finden wir am lateralen Pyramidenende rostral den N. abducens (VI), kaudal den N. hypoglossus (XII) und den N. accessorius.

Wir wollen nun den Bau des Rhombenzephalons an einer Reihe von Querschnitten untersuchen, deren erster (Fig. 23) dicht vor den Austritt des ersten

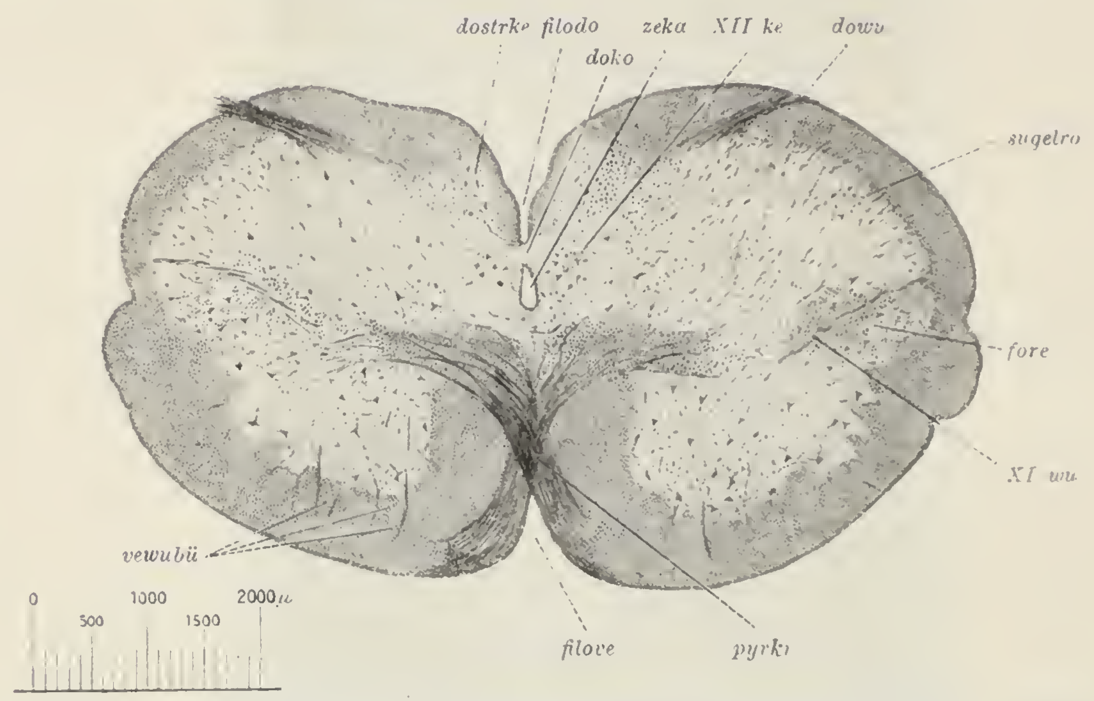


Fig. 23. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt durch die Übergangszone zwischen Hirn und Rückenmark).

dostrke Dorsalstrangskerne, *filodo* Fissura longitudinalis dorsalis, *doko* Dorsalkommissur, *zeka* Zentralkanal, *XII ke* Hypoglossuskern, *dowu* Dorsalwurzel des ersten Spinalnerven, *sugelro* Substantia gelatinosa Rolandi, *fore* formatio reticularis, *XI wu* Akzessoriuswurzel, *pyrkr* Pyramidenkreuzung, *filove* Fissura longitudinalis ventralis, *vewubü* Ventralwurzelbündel des ersten Spinalnerven.

Zervikalnerven fällt. Der Schnitt zeigt gegenüber dem durch die Zervikalanschwellung eine leichte Vergrößerung in beiden Durchmessern. Die ventrale Längsfissur (*filove*) ist etwas erweitert und an Stelle des dorsalen Längsseptums tritt die ziemlich breite, dorsale Längsfissur (*filodo*) auf; zwischen ihrem Boden und dem Zentralkanal bleibt eine schmale Dorsalkommissur (*doko*) übrig. Vom ersten Zervikalnerven ist noch die eintretende Dorsalwurzel (*dowu*) getroffen, ebenso erscheinen ventral noch einige austretende Ventralwurzelbündel (*vewubü*).

Die graue Substanz hat an Masse nicht unbeträchtlich zugenommen, hauptsächlich bedingt durch das stärkere Anwachsen des Dorsalhorns, das sich mit

der seinen Kopf umgebenden Substantia gelatinosa Rolandi (*sugelro*) immer weiter lateral ausdehnt.

Ihr hauptsächlichstes Gepräge erhält aber diese Übergangsgegend zwischen Gehirn und Rückenmark durch Fasermassen, welche aus dem Gebiet des Lateralstrangs hervortreten, durch die Basis des Ventralhorns median und dann ventral ziehen, um in der Mittellinie zu kreuzen und sich in der ventromedialen Ecke zu einem Faserkomplex, der Pyramide zu sammeln. Diese Pyramidenkreuzung (*pyrkr*) findet sich in wechselnder Ausdehnung bei allen Säugetieren und beim Menschen. In ihr kreuzen die Fasern des Tractus corticospinalis, den wir ja schon beim Rückenmark kennen gelernt haben.

Innerhalb der etwas lateral verschobenen Formatio reticularis (*fore*) taucht ein bogenförmig transversal verlaufendes Faserbündel auf, das die ventralen Teile der Substantia gelatinosa Rolandi durchsetzend zur lateralen Peripherie strebt. Wir haben hier bereits eine Wurzel des N. accessorius (XI *wu*) vor uns. Die Ursprungszellen finden sich im Ventralhorn und stellen multipolare Zellen von motorischem Typus dar. Der aus ungefähr 10 Wurzeln entstehende Nerv tritt durch das Foramen magnum in die Schädelhöhle ein, verläßt sie wieder durch das For. jugulare und innerviert außer den Mm. sternocleidomastoideus und trapezius noch durch seinen in der Bahn des N. vagus verlaufenden Ramus internus die Kehlkopfmuskeln mit Ausnahme des M. cricothyreoideus.

Zu beiden Seiten des etwas erweiterten Zentralkanals liegt eine Gruppe großer, multipolarer Zellen, der Ursprungskern des N. hypoglossus (XII *ke*).

Während der Ventralstrang der weißen Substanz gegenüber dem Halsmark an Umfang zugenommen hat, zeigt sich im Dorsalstrang eine Auflichtung und Reduktion der Fasern. Zwischen ihnen treten Zellen auf, an denen die Strangfasern sich verzweigen und so ihr Ende finden. In ihrer vollen Entwicklung werden wir diese Dorsalstrangkerne (*dostrke*) erst in rostraleren Schnitten antreffen.

Unser zweiter Schnitt (Fig. 24) fällt kurz hinter die Mündungsstelle des Zentralkanals. Die Fissura longitudinalis dorsalis (*filodo*) hat sich wesentlich verflacht; an ihren Boden stößt unmittelbar der schon stark erweiterte Zentralkanal (*zeka*), an den sich ventral nun die Raphe (*ra*) anschließt. Rechts und links wird die letztere umgeben von einer breiten Zone markhaltiger Fasern, der Olivenzwischenschicht. Ihrem ventralen Ende lagert sich die Pyramide (*pyr*) an, welche kuppenförmig an der Ventralperipherie vorspringt.

Der Zentralkanal wird umgeben von einer grauen Masse, der Substantia grisea centralis, die dorsal bis zur Peripherie reicht. In ihrem Innern treten zwei deutliche Nervenkerne hervor. Zunächst liegt ventrolateral vom Zentralkanal ein umfangreicher Kern großer, multipolarer Nervenzellen. Die Zellen färben sich in unseren Methylenblaupräparaten stets außerordentlich intensiv. Die von ihnen abgehenden Neuriten umgeben sich bald mit einer Markscheide, wenden sich ventralwärts und sammeln sich zu mehreren dünnen Bündeln, welche am lateralen Rand der Olivenzwischenschicht herabsteigen und am lateralen Rand der Pyramide die Hirnbasis verlassen. Wir haben hier den Kern und die Wurzel des zwölften Hirnnerven, des N. hypoglossus vor uns (XII *ke* und XII *wu*). Dieser rein motorische Nerv verläßt die Schädelhöhle in zwei Stämmchen durch die Foramina condyloidea und innerviert die Zungenmuskulatur und

durch seinen Ramus descendens die Mm. sternothyreoideus, sternohyoideus und thyreohyoideus.

Dorsal schließt sich an den Hypoglossuskern eine zweite Kernmasse, der dorsale Vaguskern (X *doke*). Seine Elemente zeigen keine einheitliche Form. Neben größeren, etwas in die Länge gezogenen Zellen finden sich zahlreiche kleine Zellen, so daß es sich wahrscheinlich um einen aus motorischen und sensiblen Zellen gemischten Kern handelt. Gegen die dorsale Peripherie zu werden die Zellen kleiner und gehen hier etwas weiter rostral in den Nucleus intercalatus Staderini über.

Lateralwärts schließt sich das Gebiet der Dorsalstrangkerne an, die in dieser Gegend ihre größte Mächtigkeit erreichen und deutlich zwei distinkte

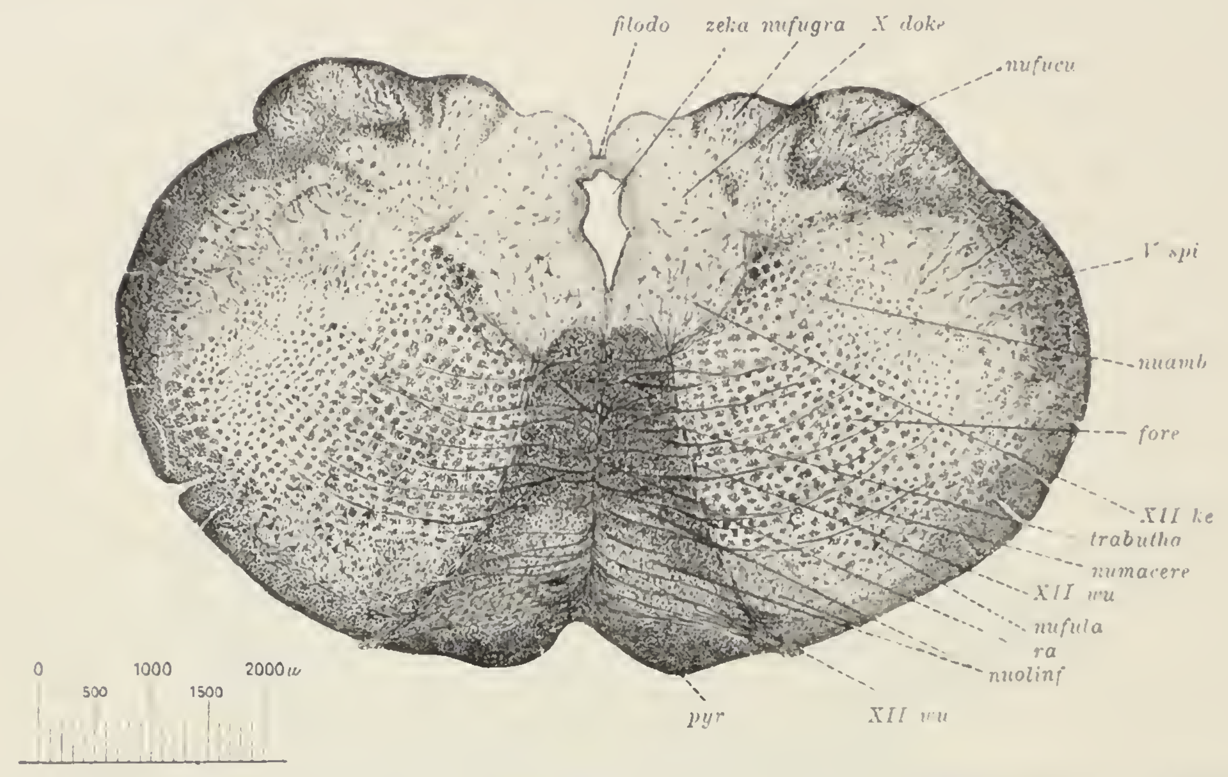


Fig. 24. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt dicht hinter der Eröffnung des Zentralkanals). *filodo* Fissura longitudinalis dorsalis, *zeka* Zentralkanal, *nufugra* Nucleus funiculi gracilis, *X doke* dorsaler Vaguskern, *nufucu* Nucleus funiculi cuneati, *V spi* spinale Trigeminuswurzel, *nuamb* Nucleus ambiguus, *fore* Formatio reticularis, *XII ke* Hypoglossuskern, *trabutha* Tractus bulbothalamicus, *numacere* Zelle des Nucleus magnocellularis reticularis, *XII wu* Hypoglossuswurzel, *nufula* Nucleus funiculi lateralis, *ra* Raphe, *nuolinf* untere Olive, *pyr* Pyramide.

Kernmassen erkennen lassen, median den Nucleus funiculi gracilis (*nufugra*), lateral den Nucleus funiculi cuneati (*nufucu*). An den kleinen Zellen dieser Kerne enden mit Aufsplitterungen die Fasern des Dorsalstrangs. Die Neuriten der Zellen wenden sich bogenförmig ventral und median, kreuzen in der Raphe und okkupieren dann als Tractus bulbothalamicus (*trabutha*) einen Teil der Olivenzwischenschicht.

Im vorigen Schnitt schloß sich lateral an den Dorsalstrang die Substantia gelatinosa Rolandi mit der ihr außen aufgelagerten Markmasse. Sie ist wesentlich vergrößert auch in unserem jetzigen Schnitt gut zu erkennen und besteht aus einem äußeren, halbmondförmigen Markfeld und einer inneren grauen Masse mit zahlreichen eingesprengten Nervenzellen. Aus dem Markfeld treten fortwährend Fasern bündelweise zu den Zellen, um an ihnen sich aufzusplittern. Die Betrachtung rostralerer Schnitte wird uns zeigen, daß wir hier die spinale

Trigeminuswurzel (V *spi*) vor uns haben, die sich also bis tief in das Rückenmark hinunter erstreckt.

Medial schiebt sich zwischen spinale Trigeminuswurzel und Formatio reticularis ein gut abgegrenzter Kern mittelgroßer, multipolarer Zellen ein, der Nucleus ambiguus (*nuamb*). Die Neuriten der Zellen legen sich zu einem Bündel zusammen, das dorsal und median zieht, um bald zu verschwinden. In etwas rostraleren Schnitten biegt es in spitzem Winkel lateral ab und geht in die Vaguswurzel über.

Der größte Teil der ventralen Querschnittshälfte wird eingenommen von der Formatio reticularis (*fore*), bestehend aus längsverlaufenden Markfasern. Die Fasern sind zu Bündeln angeordnet, deren Dicke im allgemeinen von median nach lateral abnimmt. Zwischen den Bündeln verlaufen bogenförmig Fasern zur Raphe, die zum größten Teil aus den Dorsalstrangskernen stammen. Außerdem finden sich zwischen den Bündeln große, multipolare Nervenzellen, die in ihrer Gesamtheit den Nucleus magnocellularis reticularis (*numacere*) ausmachen. Ihre Neuriten verlaufen zunächst zwischen den Bündeln, um dann die Längsrichtung einzuschlagen. Um die Zellen herum verzweigen sich Kollateralen von Fasern, die aus dem Kleinhirn stammen.

Die Formatio reticularis erreicht nirgends die Peripherie, ventrolateral wird sie von ihr getrennt durch die noch restierenden Fasern des Lateralstrangs. In sie eingebettet liegt der Nucleus funiculi lateralis (*nufula*) mit seinen großen multipolaren Zellen. Ihre Neuriten lassen sich in das Kleinhirn verfolgen.

Medial schließt sich an den Seitenstrangskern die untere Olive, Nucleus olivaris inferior (*nuolinf*) an, ventral von der Pyramide, dorsal vom Tractus bulbothalamicus begrenzt und zum Teil noch durchsetzt von der austretenden Hypoglossuswurzel. Während dieses Organ bei höherstehenden Säugern und beim Menschen eine außerordentlich charakteristische Form darbietet, zeigt es beim Kaninchen nur ganz verwaschene Konturen. Sein Querschnitt ist ungefähr dreieckig, dorsal und lateral liegen ihm die beiden Nebenoliven an. Die Hauptmasse seiner Substanz wird gebildet von mittelgroßen Nervenzellen mit außerordentlich zahlreichen, stark verzweigten, buschigen Dendriten. Die Neuriten der Zellen wenden sich medial, durchsetzen die Raphe und die anderseitige Olive, treten aus ihr als Tractus olivocerebellaris aus, um als innere Bogenfasern dorsal und rostral zum Kleinhirn aufzusteigen. Innerhalb der unteren Olive enden einmal Fasern, die als Tractus thalamoolivaris aus dem Zwischenhirn herabsteigen und ferner geben die Fasern der Formatio reticularis zahlreiche Kollateralen an sie ab.

Wir haben in unserem Schnitt bereits zwei Ursprungskerne des N. vagus kennen gelernt, den Nucleus dorsalis (X *doke*) und den Nucleus ambiguus (*nuamb*). Dazu kommt noch der wenig scharf begrenzte Nucleus sensibilis. Er findet sich in etwas rostraleren Schnitten dorsal vom Nucleus dorsalis am Boden des Ventrikels im Gebiet der Ala cinerea und besteht aus kleinen, meist dreieckigen Zellen, an denen sich die eintretenden Vagusfasern aufsplittern. Diese Fasern stammen aus den Vagusganglien. Das eine, das Ganglion jugulare, liegt dicht unter dem Austritt des Nerven aus dem Foramen jugulare, das zweite, das Ganglion nodosum in der Höhe des Kehlkopfs. Der Nervenstamm setzt sich aus 5—6 dünnen Wurzelbündeln zusammen, welche in transversalem Verlauf

die Formatio reticularis und die spinale Trigeminuswurzel durchsetzen und an der Lateralfläche des Rhombenzephalons hintereinander zum Vorschein kommen.

Unmittelbar rostral von den Vaguswurzeln tritt der N. glossopharyngeus aus. Auch er verläßt die Schädelhöhle durch das Foramen jugulare und schwillt unmittelbar darauf zu dem kleinen Ganglion petrosum an. Die unipolaren Zellen des letzteren senden den einen Teilast als periphere Glossopharyngeusfaser aus, der andere Teilast tritt als Wurzelfaser in das Gehirn ein. Die Wurzelfasern gelangen zum Teil zum sensiblen Vaguskern, zum Teil biegen sie kaudalwärts um und bilden den Fasciculus solitarius, der als kleines, im Querschnitt kreisrundes Bündelchen zwischen den Dorsalstrangskernen und dem sensiblen Vagus-

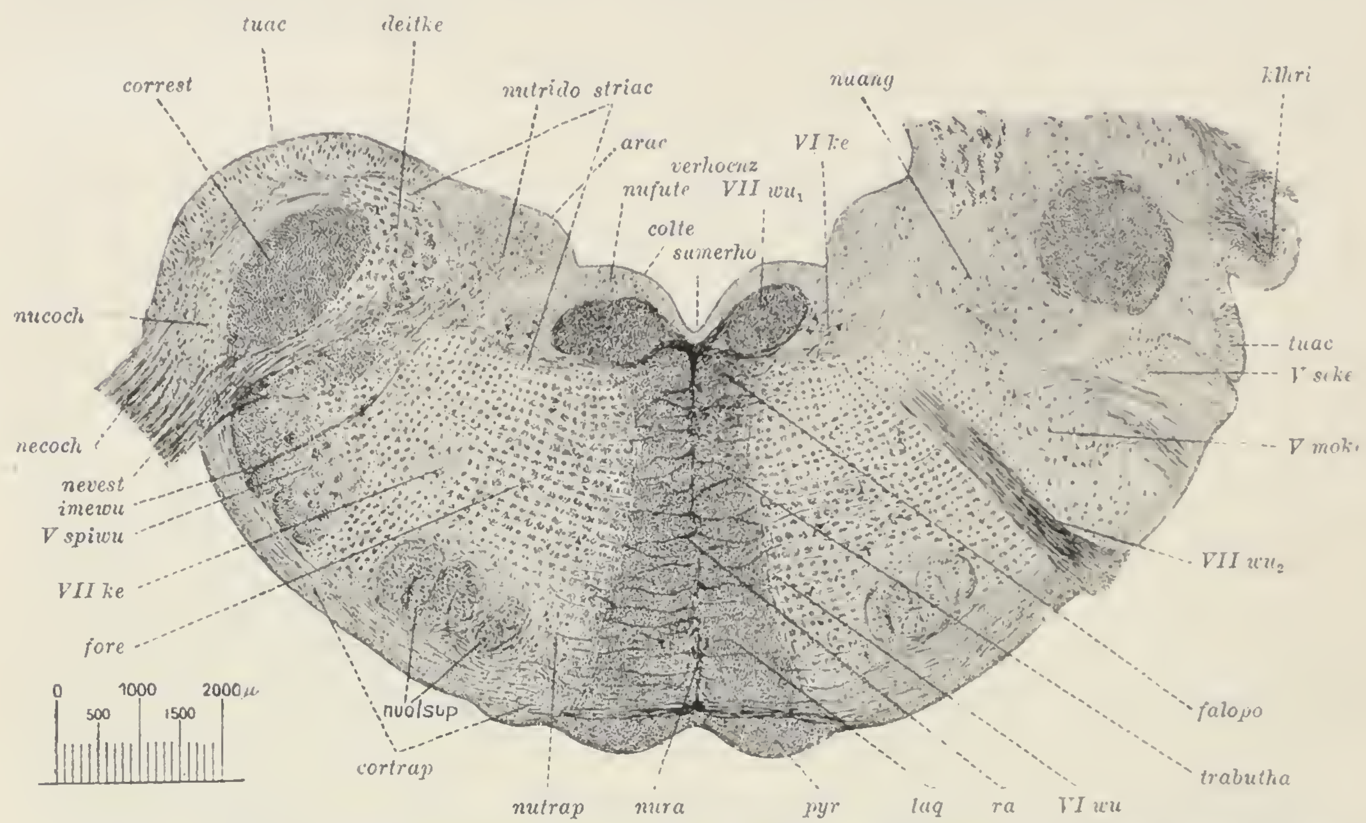


Fig. 25. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt durch die Gegend des Akustikuseintritts). *verhoenz* Ventrikel des Rhombenzephalons, *sumerho* Sulcus medianus rhombencephali, *VII wu*$_1$ horizontaler Schenkel der Fazialiswurzel, *VI ke* Abduzenskern, *nuang* Nucleus angularis, *klhri* Kleinhirnrinde, *tuac* Tuberculum acusticum, *V seke* sensibler Trigeminuskern, *V moke* motorischer Trigeminuskern, *VII wu*$_2$ Austrittsschenkel der Fazialiswurzel, *falopo* hinteres Längsbündel, *trabutha* Tractus bulbothalamicus, *VI wu* Abduzenswurzel, *ra* Raphe, *laq* Schleife, *pyr* Pyramide, *nura* Nucleus raphes, *cortrap* Corpus trapezoides, *nutrap* Nucleus trapezoides, *nuolsup* obere Olive, *fore* Formatio reticularis, *VII ke* Fazialiskern, *V spiwu* spinale Trigeminuswurzel, *imewu* Intermediuswurzel, *nevest* N. vestibularis, *necoch* N. cochlearis, *nucoch* Nucleus cochlearis, *correst* Corpus restiforme, *tuac* Tuberculum acusticum, *deitke* Deitersscher Kern, *nutrido* Nucleus triangularis dorsalis, *striac* Stria acustica, *arac* Area acustica, *nufute* Nucleus funiculi teretis, *colte* Columna teres.

kern gelegen ist. Dem nur ganz kurzen Bündel liegen kleine Nervenzellen an, an denen die Glossopharyngeusfasern aufsplittern.

Im dritten Schnitt (Fig. 25) lernen wir die Ursprungsverhältnisse des N. acusticus und des N. facialis kennen. Es ist ein Schrägschnitt, dessen rechte Hälfte weiter rostral fällt, als die linke. Der Querschnitt zeigt sich in beiden Durchmessern wesentlich vergrößert. Der Zentralkanal hat sich in den Ventrikel des Rhombenzephalons (*verhoenz*) geöffnet. In der Mitte seines Bodens verläuft der Sulcus medianus rhombencephali (*sumerho*), beiderseits flankiert zunächst von der Columna teres (*colte*) und dann von der Area acustica (*arac*); an die letztere schließt sich auf der linken Seite das bereits außerhalb des Ven-

trikels gelegene Tuberculum acusticum (*tuac*), auf der rechten Seite ist schon die Verbindung mit dem Kleinhirn hergestellt.

Mit der Eröffnung des Zentralkanals ist auch das zentrale Grau verschwunden und die Raphe (*ra*) reicht jetzt fast bis zu dem Ventrikelboden heran. Beiderseits liegt ihr wieder der Tractus bulbothalamicus (*trabutha*) an, dessen dorsales Ende das hintere Längsbündel (*falodo*) bildet, während sich ihm ventral die Schleife (*laq*) und die Pyramide (*pyr*) anschließt, die immer noch die Ventralperipherie kuppenförmig vorbuchtet.

Lateral wird die Olivenzwischenschicht wieder durch eine austretende Nervenwurzel, die des N. abducens (VI) begrenzt, die ganz ähnliche Verlaufsverhältnisse aufweist, wie im vorigen Schnitt die Hypoglossuswurzel. Ihr Kern, aus großen, multipolaren Zellen zusammengesetzt, findet sich etwas lateral unter dem Ventrikelboden (VI *ke*).

Die Abduzenswurzel begrenzt median die Formatio reticularis (*fore*) mit den hier außerordentlich großen und weitverzweigten Zellen des Nucleus magnocellularis reticularis. Ähnliche Zellen treffen wir auch in der Raphe, sie bilden hier den Nucleus raphes (*nura*).

In der lateralen Hälfte der Formatio reticularis erscheint linkerseits ein großzelliger Nervenkern, der Kern des N. facialis (VII *ke*). Seine größte Ausdehnung erreicht er etwas weiter kaudal und hier sehen wir auch die Neuriten der multipolaren Zellen dorsal und median zu einem dicken Bündel zusammentreten und schräg rostral zum Ventrikelboden verlaufen. Hier biegt dann die Fazialiswurzel fast rechtwinklig in die Längsrichtung ein und verläuft nun direkt rostral, so daß sie, wie unser Schnitt zeigt (VII wu_1) nun als mächtiges, quergeschnittenes Markbündel dicht neben der Mittellinie am Ventrikelboden erscheint, von dem letzteren nur noch durch den schmalen Nucleus funiculi teretis (*nufute*) getrennt. Aber nur eine kurze Strecke folgt sie diesem Verlauf, um dann wieder in rechtem Winkel abzubiegen und die Formatio reticularis in schräger Richtung zu durchsetzen (VII wu_2). Sie kommt dann an der Lateralfläche des Rhombenzephalons zum Vorschein. Bekanntlich macht der N. facialis in seinem Verlauf durch das Felsenbein eine knieförmige Knickung durch. Man bezeichnet sie als äußeres Fazialisknie im Gegensatz zu diesem eben beschriebenen inneren Fazialisknie. Innerhalb des Fazialiskanals liegt dem Nerven das kleine Ganglion geniculi an, bestehend aus unipolaren Nervenzellen. Die sich **T**-förmig teilenden Neuriten senden den zentralen Ast als Fasern des N. intermedius in das Gehirn, in das er zwischen Fazialis und Akustikus, die spinale Trigeminuswurzel durchquerend, eintritt (*imewu*). Hier lassen sich die Intermediusfasern einmal zu den multipolaren Zellen des dorsal dem Fazialiskern angelagerten Nucleus salivatorius verfolgen, ein anderer Teil tritt in den Fasciculus solitarius ein. Die peripheren Teiläste der Neuriten des Ganglion geniculi verlaufen in der Bahn des N. facialis, verlassen dieselbe später wieder als Chorda tympani und treten zum Teil in das sympathische Ganglion submaxillare, zum Teil gelangen sie zur Zungenoberfläche. Dieser letztere, Geschmacksfasern enthaltende Anteil, stammt aus dem N. glossopharyngeus.

Von den Kernen des N. acusticus läßt unser Schnitt zunächst linkerseits drei erkennen, den Nucleus triangularis dorsalis, den Nucleus cochlearis und das Tuberculum acusticum. Der Nucleus triangularis dorsalis

(*nutrido*) liegt als dreieckige Kernmasse entsprechend der Area acustica (*arac*) dorsal vom Abduzenskern. Rostral verschwindet der Kern bald, kaudal läßt er sich bis in die Gegend der Vaguskerne verfolgen. Er besteht aus kleinen und mittelgroßen, multipolaren Nervenzellen.

Der Nucleus cochlearis (*nucoch*) liegt lateral vom Corpus restiforme (*correst*) und besteht aus kleinen, meist etwas in die Länge gezogenen Zellen.

Das Tuberculum acusticum (*tuac*) lagert als sichelförmige Kernmasse der dorsalen Ecke des Querschnitts auf. Kaudal erreicht es mit seiner medialen Spitze den Nucleus triangularis dorsalis, rostralwärts rückt es immer mehr lateral, durch die von der Medulla in das Kleinhirn vordringenden Fasermassen von jenem Kern abgedrängt, bis es schließlich, wie die rechte Hälfte unseres Schnittes zeigt, stark reduziert in die Kleinhirnrinde übergeht. Es setzt sich zusammen aus mittelgroßen, lang gestreckten Nervenzellen, die mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche stehen. Aus jedem der beiden Zellpole tritt ein Dendrit hervor, der sich bald büschelförmig aufteilt und mit seinen Zweigen einen äußeren und inneren Mantel um das Tuberculum bildet. Die Neuriten der Zellen wenden sich bogenförmig medial und ventral.

Zu diesen drei Akustikuskernen kommt nun noch der Deitersche Kern (*deitke*) mit seinem charakteristischen Bild. Er schiebt sich zwischen den Nucleus triangularis dorsalis und das Corpus restiforme ein, an dem er sich weit dorsalwärts hinzieht. Große multipolare Zellen mit weit ausgedehnten Dendriten, an die Retikulariszellen erinnernd, setzen ihn zusammen. Zwischen den Zellen liegen größere und kleinere Bündel von Markfasern.

Damit ist aber die Zahl der Akustikuskerne noch nicht erschöpft. Wenn nämlich der Nucleus triangularis dorsalis rostralwärts verschwindet, tritt an seiner Stelle (siehe rechte Schnitthälfte) eine umfangreiche Kernmasse auf, der Nucleus angularis oder Bechterewsche Kern (*nuang*), der in seinem Bau dem Nucleus triangularis dorsalis gleicht.

Wie verhalten sich nun die Akustikuswurzeln zu diesen verschiedenen Kernen? Der N. acusticus tritt in das Gehirn ein mit zwei Wurzeln, die eine, der N. vestibularis (*nevest*) liegt ventral und rostral, die andere, stärkere, der N. cochlearis (*necoch*) dorsal und mehr kaudal. Auf der linken Hälfte unseres Schnittes sind beide Wurzeln getroffen. Der N. cochlearis umzieht die dorsale Zirkumferenz des Corpus restiforme. Ein Teil seiner Fasern endet im Nucleus cochlearis, ein anderer Teil entweder direkt oder durch Kollateralen im Tuberculum acusticum. Die Zellen des Nucleus cochlearis senden ihre Neuriten lateral vom Corpus restiforme direkt ventralwärts, sie durchsetzen dabei den eintretenden N. vestibularis und verlaufen als Corpus trapezoides (*cortrap*) an der lateralen und ventralen Peripherie des Rhombenzephalons. Ein Teil der Trapezfasern tritt in die obere Olive ein, ein anderer Teil kreuzt dorsal von der Pyramide die Raphe und tritt zu der gekreuzten Olive.

Die obere Olive, Nucleus olivaris superior (*nuolsup*) ist ein zweimal gefaltetes Markblatt, welches dorsal dem Trapezkörper aufliegt und von der Formatio reticularis umgeben wird, welche sie lateral von der spinalen Trigeminuswurzel (V *spi*) trennt. Sie besteht, ähnlich wie das Tuberculum acusticum, aus Zellen, welche mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht auf der Längsachse des Olivenblattes stehen (Fig. 26 *nuolsup*). Die starken, polar angeordneten Den-

driten verzweigen sich in der Peripherie, die Neuriten der Zellen sammeln sich medial von der oberen Olive in der Schleifenschicht, Laqueus, schlagen die Längsrichtung ein und lassen sich in der Hauptsache rostralwärts in das Corpus quadrigeminum posticum verfolgen.

Zwischen den Fasern des Trapezkörpers treten zahlreiche Zellen auf, die man in ihrer Gesamtheit als Nucleus trapezoides bezeichnet (*nutrap*). Am dichtesten liegen sie immer zwischen der oberen Olive und der austretenden Abduzenswurzel (Fig. 26 VI *wu*). Es sind kleine oder mittelgroße Zellen, die sich in unseren Methylenblaupräparaten meist nur recht schwach färben ($trapze_1$). An günstigen Stellen sieht man vom Zellkörper einen Neuriten ausgehen, der bald in die Längsrichtung umbiegt. Weit stärker als die Trapezzellen färben sich dicke Markfasern, welche aus der Fasermasse des Trapezkörpers unter rechtem Winkel abbiegen und nach kürzerem oder längerem Verlauf sich in einen mit zahlreichen

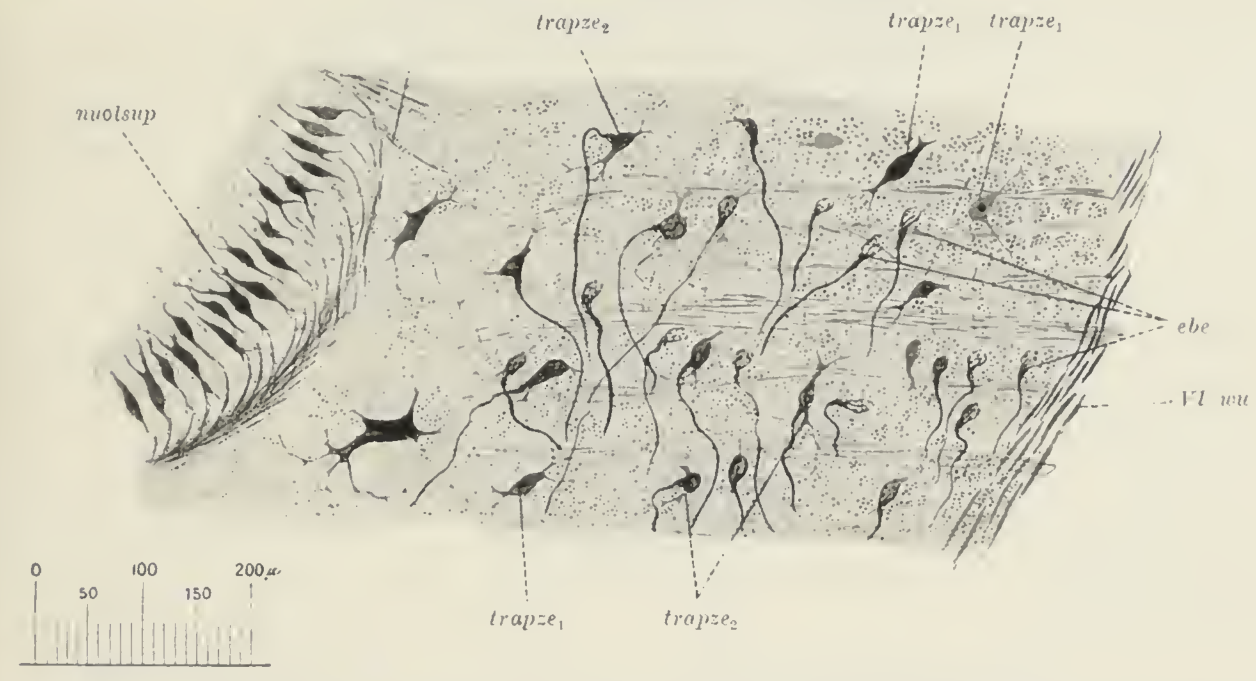


Fig. 26. Obere Olive und Trapezkern des Kaninchens.
nuolsup Zellen der oberen Olive, $trapze_1$ Trapezkernzellen, $trapze_2$ Trapezkernzellen in Endbechern, *ebe* Endbecher, *VI wu* Abduzenswurzel.

Seitenknospen besetzten Endkelch oder Endbecher auflösen (*ebe*). Häufig sind diese Endkelche allein gefärbt, an anderen Stellen kann man leicht konstatieren, daß in jeden Endkelch eine Trapezzelle ($trapze_2$) eingelagert ist. Es ist das ein schönes Beispiel für die gegenseitige Verbindung zweier Neurone im Zentralnervensystem. Über die Herkunft der Fasern läßt sich bis jetzt noch nichts Sicheres sagen.

Die aus dem Tuberculum acusticum austretenden Neuriten, denen sich noch Fasern aus dem Nucleus cochlearis zugesellen, sammeln sich in einem als Stria acustica (Fig. 25 *striac*) bezeichneten Bündel, welches sich medial wendet, die Fazialiswurzel auf ihrem Verlauf am Ventrikelboden teils dorsal, teils ventral umzieht und in der Raphe kreuzt. Nach ihrer Kreuzung treten die Fasern in die Formatio reticularis ein, wo sie hauptsächlich das Gebiet dorsal von der oberen Olive einnehmen. Ihr Ende finden sie im Corpus quadrigemium posticum und im Corpus geniculatum laterale des Mittelhirns.

Der N. vestibularis (Fig. 25 *nevest*) ist wesentlich schwächer, als der N. cochlearis und gelangt ventral vom Corpus restiforme und dorsal von der spinalen Trige-

minuswurzel ins Rhombenzephalon. Seine Fasern wenden sich zunächst zu dem Nucleus triangularis dorsalis und weiter rostral zum Nucleus angularis; an den Zellen beider Kerne verzweigen sich die Fasern. Ein anderer Teil der Fasern biegt in die Längsrichtung um und bildet die absteigende Akustikuswurzel, die zwischen Nucleus triangularis dorsalis und spinaler Trigeminuswurzel kaudal zieht und sich später den Dorsalstrangskernen eng anlagert. Ein letzter Teil der Vestibularisfasern gelangt, den Deitersschen Kern durchsetzend, direkt ins Kleinhirn.

Die Faserbündel des Deitersschen Kerns sind verschiedener Herkunft. Zum Teil sind es die ebenerwähnten Vestibularisfasern, zum Teil steigen sie aus dem Kleinhirn herab und splittern sich an den Zellen des Kerns auf und schließlich sind es die markhaltig gewordenen Neuriten der Kernzellen selbst, die späterhin teils in das hintere Längsbündel eintreten, teils als Tractus vestibulospinalis zum Rückenmark hinabziehen.

Einen der auffallendsten Bestandteile unseres Schnittes macht das Corpus restiforme (*correst*) aus. Es ist in seiner charakteristischen runden oder ovalen Querschnittsform nur im Gebiet des Akustikuseintritts zu sehen, rostral von ihm senkt es sich als unterer Kleinhirnarm ins Kleinhirn ein, kaudal entsteht es durch den Zusammenschluß verschiedener Fasergebiete, dahin gehört der Tractus spinocerebellaris aus dem Lateralstrang des Rückenmarks und dem Nucleus funiculi lateralis des Rhombenzephalons und der Tractus olivocerebellaris aus der unteren Olive, ferner Bogenfasern, welche den Dorsalstrangskernen entstammen.

Als letzter Bestandteil unseres Schnittes wäre dann noch die spinale Trigeminuswurzel (V *spiwu*) zu nennen. Auf der linken Seite ist sie noch in ihrer charakteristischen Querschnittsform zu sehen, rechts dagegen hat sie bereits ihr Ende erreicht.

Die Ursprungsverhältnisse des N. trigeminus zeigt uns in voller Anschaulichkeit erst ein etwas weiter rostral fallender Querschnitt (Fig. 27). Der Nerv tritt mit zwei Wurzeln aus dem Rhombenzephalon aus, von denen die umfangreiche Portio major (V_1) dorsal, die schmächtige Portio minor (V_2) ventral gelagert ist. Außerhalb des Duralsackes schwillt die erstere zu dem großen Ganglion semilunare an, aus dem die drei Hauptäste des Nerven, die Nn. ophthalmicus, maxillaris und mandibularis hervortreten. Die Portio minor zieht ventral am Ganglion vorbei und senkt sich mit ihrer ganzen Fasermasse in den N. mandibularis ein. Das Ganglion semilunare ist ganz nach dem Typus eines Spinalganglions gebaut. Die Neuriten seiner großen, unipolaren Zellen teilen sich **T**-förmig, der eine Teilast läuft als sensible Trigeminusfaser zur Peripherie, der andere tritt als Faser der Portio major in das Gehirn ein.

Verfolgen wir nun die beiden Wurzeln auf ihrem intrazerebralen Verlauf, so sehen wir die Fasern der Portio minor sehr bald bogenförmig median in den motorischen Trigeminuskern (V *moke*) abbiegen, eine ziemlich ausgedehnte Kernmasse, die medial an die hier von dem Stiel der oberen Olive (*olsti*) durchsetzte Formatio reticularis grenzt. Der Kern besteht aus großen und mittelgroßen, multipolaren Zellen, jede der letzteren entsendet einen Neuriten als Wurzelfaser in die Portio minor.

Komplizierter liegen die Verhältnisse bei der Portio major. Der kleinere Teil ihrer Fasern endet unmittelbar nach ihrem Eintritt ins Gehirn in dem etwas weiter dorsal gelegenen sensiblen Trigeminuskern (V *seke*), der größere Teil biegt rechtwinklig kaudal ab und bildet die spinale Trigeminuswurzel. Wir sind ihr in allen früheren Schnitten begegnet und konnten sie bis in das Halsmark hinunter verfolgen, wo sie sich der Substantia gelatinosa Rolandi anlagert. Der sensible Trigeminuskern besteht aus mittelgroßen und kleinen, häufig spindligen Zellen, um welche sich die Fasern der Portio major aufsplittern. Die von den Zellen ausgehenden Neuriten schlagen im wesentlichen zwei verschiedene

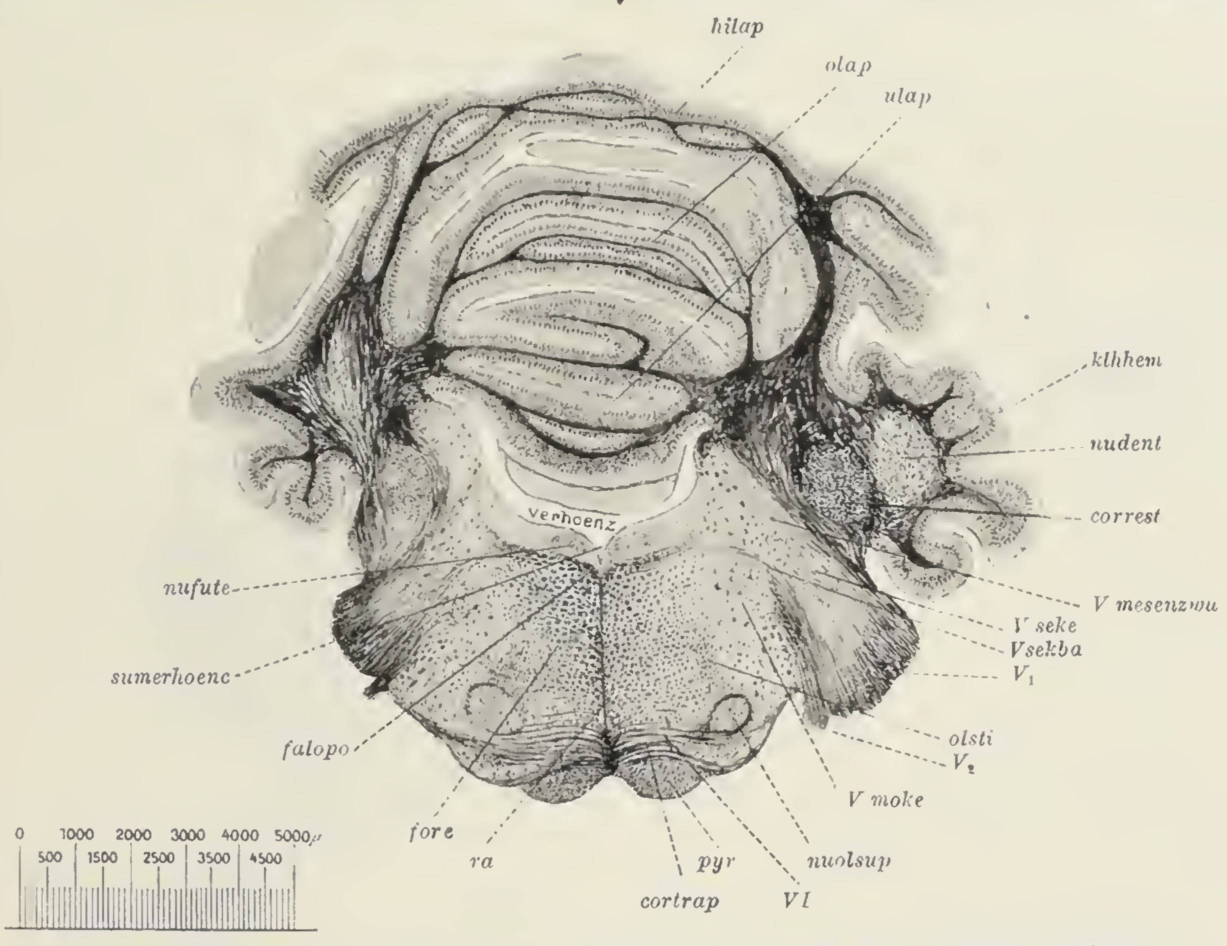


Fig. 27. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt durch den Trigeminuseintritt).
hilap hinterer Kleinhirnlappen, *olap* oberer Kleinhirnlappen, *ulap* unterer Kleinhirnlappen, *klhhem* Kleinhirnhemisphäre, *nudent* Nucleus dentatus, *correst* Corpus restiforme, *V mesenzwu* mesenzephale Trigeminuswurzel, *V seke* sensibler Trigeminuskern, *V sekba* sekundäre Trigeminusbahn, V_1 Portio major trigemini, *olsti* Stiel der oberen Olive, V_2 Portio minor trigemini, *V moke* motorischer Trigeminuskern, *nuolsup* obere Olive, *VI* Abduzenswurzel, *pyr* Pyramide, *cortrap* Corpus trapezoides, *ra* Raphe, *fore* Formatio reticularis, *falopo* hinteres Längsbündel, *sumerhoenc* Sulcus medianus rhombencephali, *nufute* Nucleus funiculi teretis, *verhoenz* Ventrikel des Rhombenzephalons.

Richtungen ein. Ein Teil tritt medial um das Corpus restiforme (*correst*) herum in das Kleinhirn, ein anderer Teil wendet sich als geschlossenes Bündel, sekundäre Trigeminusbahn (V *sekba*) in flachem Bogen median zur Raphe, um hier zu kreuzen und in den dorsalen Partien der Formatio reticularis hirnwärts zu ziehen. Er läßt sich durch das Mittelhirn bis in die Kerne des Thalamus verfolgen.

Schließlich haben wir beim Kaninchen noch eine mesenzephale Trigeminuswurzel (V *mesenzwu*). Ihre Fasern entspringen von kugligen oder birnförmigen Zellen von 30—50 μ Durchmesser, die in unseren Methylenblaupräparaten immer sehr scharf gefärbt hervortreten. Kaudalwärts reichen sie bis in die eintretende Portio major, von hier ziehen sie sich median und dorsal zur Seitenfläche des Ventrikels hin. Wir werden die Wurzel später noch bis in die

Höhe der vorderen Vierhügel verfolgen können. Die Zellen sind beim erwachsenen Tier stets unipolar. Der Zellausläufer umgibt sich sehr bald mit einer Markscheide und wird zu einer Wurzelfaser.

Im übrigen zeigt unser Schnitt gegenüber dem vorigen nur unwesentliche Veränderungen, abgesehen von der jetzt vollständig erfolgten Verbindung des Rhombenzephalons mit dem Kleinhirn.

Das Kleinhirn legt sich dorsalwärts über den Ventrikel des Rhombenzephalons herüber, so daß nur sein kaudalster Abschnitt freibleibt. Von dorsal gesehen sieht es einem Schmetterling nicht ganz unähnlich und zeigt (Fig. 21)

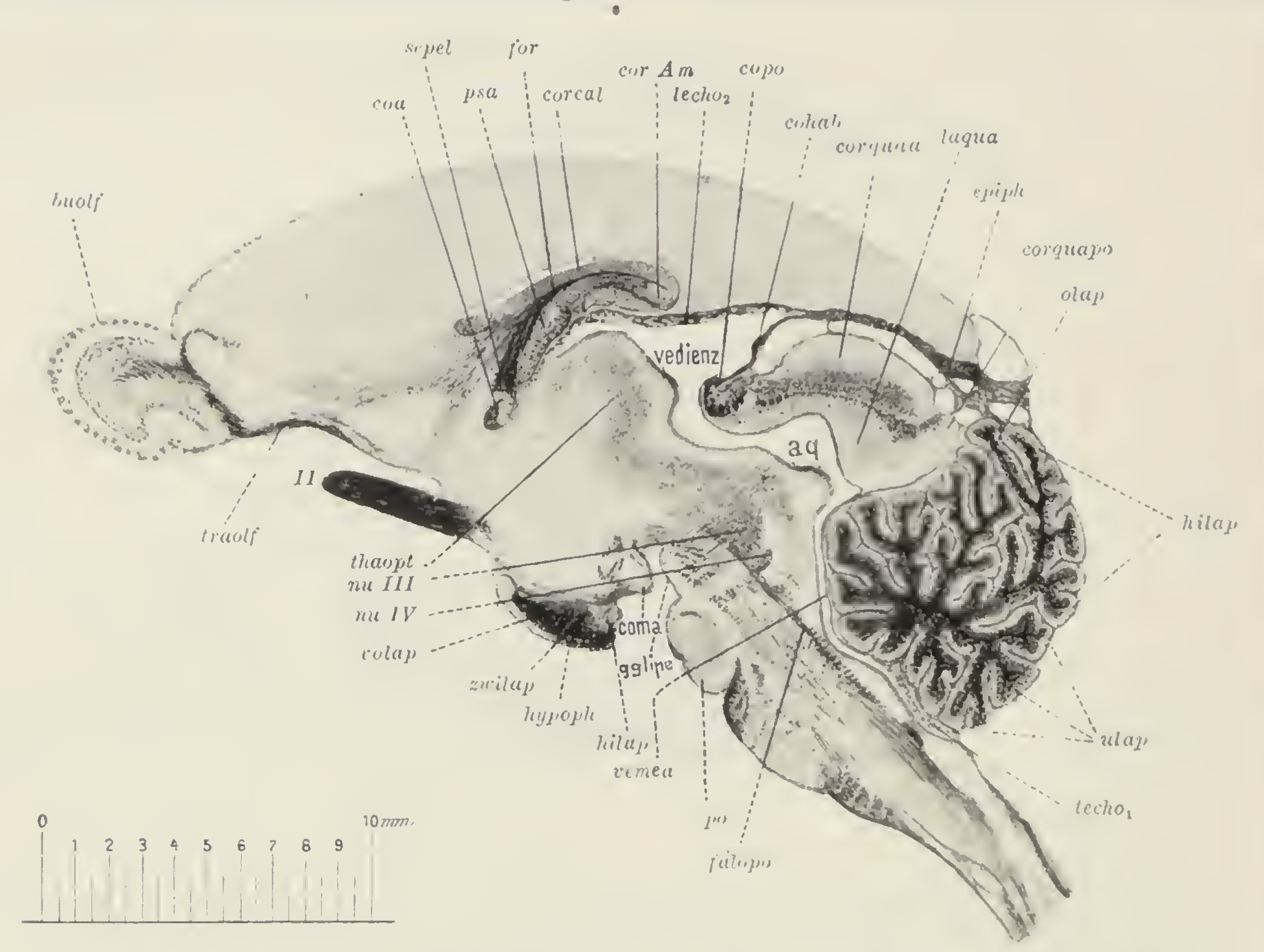


Fig. 28. Gehirn vom Kaninchen (medianer sagittaler Längsschnitt).
buolf Bulbus olfactorius, *coa* Commissura anterior, *sepel* Septum pellucidum, *psa* Psalterium, *for* Fornix, *corcal* Corpus callosum, *cor Am* Ammonshorn, *techo*$_2$ Tela chorioidea des Zwischenhirns, *copo* Commissura posterior, *cohab* Commissura habenulae, *corquaa* vorderer Vierhügel, *laqua* Lamina quadrigemina, *epiph* Epiphyse, *corquapo* hinterer Vierhügel, *olap*, *hilap*, *ulap* Ober-, Hinter- und Unterlappen des Wurms, *techo*$_1$ Tela chorioidea des Rhombenzephalons, *falopo* hinteres Längsbündel, *po* Pons, *vemea* Velum medullare anticum, *gglipe* Ganglion interpedunculare, *coma* Corpus mammillare, *hypoph* Hypophyse mit Vorderlappen (*volap*), Zwischenlappen (*zwilap*) u. Hinterlappen (*hilap*), *nu IV* Trochleariskern, *nu III* Okulomotoriuskern, *thaopt* Thalamus opticus, *II* Optikus, *traolf* Tractus olfactorius, *vedienz* Ventrikel des Zwischenhirns, *aq* Aquädukt.

eine mediane, unpaare Abteilung, den Wurm (*wu*) und jederseits einen paarigen Abschnitt die Hemisphären (*klhhem*), an die sich weiterhin noch die Flocke (*floc*) anschließt. Wurm und Hemisphären gehen kontinuierlich ineinander über, zwischen beiden verläuft eine breite, seichte Längsfurche. Der Wurm legt sich über den Ventrikel des Rhombenzephalons herüber, während Hemisphäre und Flocke frei seinen Lateralrand überragen. Am Wurm können wir Oberlappen, Unterlappen und Hinterlappen unterscheiden, von denen bei dorsaler Ansicht aber nur der Unterlappen (*ulap*) und der Hinterlappen (*hilap*) hervortreten, während der Oberlappen sich ganz unter dem letzteren verbirgt. Der mittlere

Teil von Hinter- und Unterlappen ist durch 5 bzw. 3 Querfurchen in einzelne Querwülste gegliedert, die lateralwärts verstreichen. Die Hemisphäre zerfällt in den rostralen bogenförmigen Lobus arcuatus (*loarc*) und den kaudalen größeren Lobus alatus (*loal*).

Von ventral gesehen (Fig. 22), tritt am meisten die Flocke hervor (*floc*) und vor ihr der Lobus arcuatus (*loarc*), dem median, den Brückenstiel verdeckend, noch ein weiteres kleines Läppchen anliegt.

Sehen wir uns diese Verhältnisse zunächst an einem medianen Sagittalschnitt durch das Gehirn an, so zeigt er am Kleinhirn die drei Hauptlappen in voller Klarheit. Den Hauptanteil der dorsalen Zirkumferenz bildet der Hinterlappen des Wurms (*hilap*); er hat eine sichelförmige Gestalt, erhebt sich aus dem gemeinsamen Markkern und zieht bogenförmig dorsal und rostral, den Oberlappen vollkommen verdeckend. Dieser letztere (*olap*) bildet den größten Teil der rostralen Peripherie und legt sich hier dem hinteren Vierhügel an. Mit seiner ventralen Windung dringt er häufig noch ein Stück weit in den Aquädukt (*aq*) hinein vor. Die ganze ventrale Zirkumferenz nimmt der Unterlappen (*ulap*) ein. Er liegt dem Ventrikel des Rhombenzephalons auf und entwickelt aus der Mitte seiner Ventralfläche kaudalwärts die den Ventrikel deckende Tela chorioidea (*$techo_1$*), rostralwärts das Velum medullare anticum (*vemea*); es bildet die unmittelbare Decke im rostralen Teil des Ventrikels und geht kontinuierlich in die Substanz der Vierhügelplatte des Mittelhirns über. Zur Bildung eines Kleinhirnventrikels, wie wir ihn, wenn auch stark reduziert, später bei den Vögeln finden werden, kommt es bei Säugern nicht mehr, das Kleinhirn ist hier ein vollkommen solider Körper.

Die Markfasermasse des Kleinhirns stellt auf dem Sagittalschnitt ein baumartig verzweigtes Gebilde dar, gewöhnlich als Arbor vitae bezeichnet. Jeder Lappen hat als Grundlage ein Markblatt, von dem wieder die Markleisten in jede einzelne Windung abzweigen. Die Markleiste wird überlagert von der Rinde, an der wir schon bei schwacher Vergrößerung Körnerschicht, PURKINJEsche Zellen und Molekularschicht unterscheiden können.

Etwas andere Verhältnisse ergeben sich, wenn der Sagittalschnitt weiter lateral fällt (Fig. 29). Der Ventrikel des Rhombenzephalons und mit ihm das Velum medullare anticum und die Tela chorioidea sind verschwunden. An ihrer Stelle treten Faserzüge auf, welche das Kleinhirn mit den übrigen Hirnteilen verbinden. Von diesen sogen. Kleinhirnarmen unterscheiden wir drei. Den hinteren Kleinhirnarm haben wir als Corpus restiforme (*correst*) bereits kennen gelernt, er tritt hier als bogenförmiger, das Kleinhirn mit dem Rhombenzephalon und Rückenmark verbindender Faserzug hervor. Ein ähnlicher Faserzug wendet sich aus dem Kleinhirn rostralwärts zum Mittelhirn, der vordere Kleinhirnarm oder das Brachium conjunctivum (*braco*). Zwischen beiden strahlen die Fasern des mittleren Kleinhirnarms oder Brachium pontis (*brapo*) direkt ventral zur Brücke. Zwischen die ein- und austretenden Fasermassen sind die Kleinhirnkerne (*klhke*) eingezwängt.

Zur Ergänzung des durch die Betrachtung des Sagittalschnitts gewonnenen Überblickes über den Kleinhirnbau wollen wir noch den Querschnitt der Fig. 27 heranziehen. Er fällt ungefähr durch die Kleinhirnmitte und hat Hinterlappen (*hilap*), Oberlappen (*olap*) und Unterlappen (*ulap*) und lateral die Hemisphären

(*klhhem*) getroffen. Der Unterlappen hängt tief in den Ventrikel hinein, ihn zu einem schmalen Spalt verengend. Das Corpus restiforme (*correst*) schickt sich an, mit seiner Fasermasse in das Kleinhirn einzutreten. Ihm schließen sich der Tractus olivocerebellaris und die Fasermassen aus dem sensiblen Trigeminuskern an. Lateral und dorsal vom Corpus restiforme ist eine umfangreiche Kernmasse getroffen, die sich in die Hemisphäre vorschiebt, der Nucleus dentatus (*nudent*). Medial und dorsal von ihm liegt, in unserem Schnitt nicht getroffen, der Nucleus tecti.

Im feineren Bau zeigt die Kleinhirnrinde folgende Verhältnisse (Fig. 30). Die Körnerschicht (*kösch*) setzt sich zusammen aus den dicht gedrängt

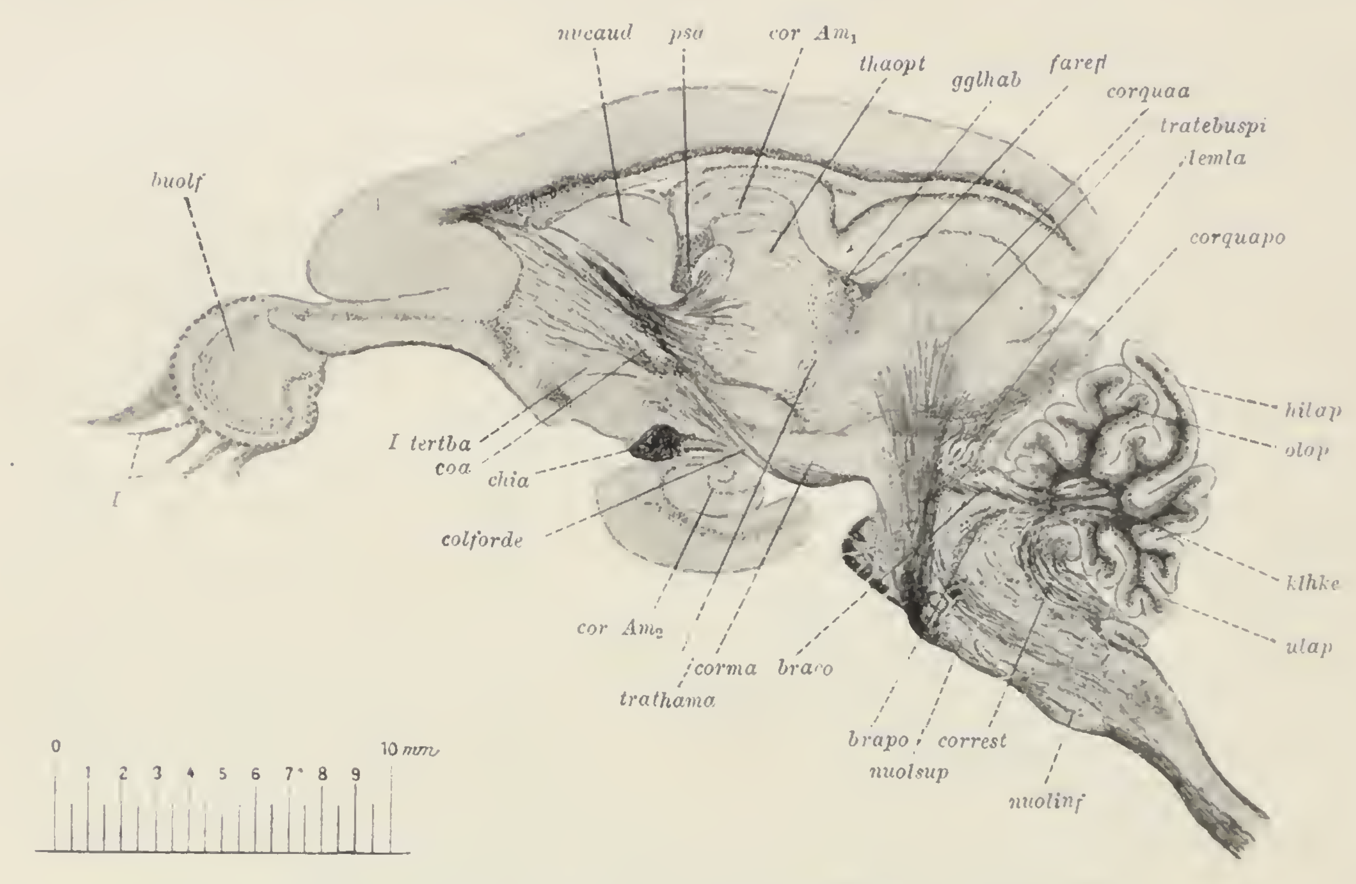


Fig. 29. Gehirn des Kaninchens (sagittaler Längsschnitt).

I Olfaktoriusbündel, *buolf* Bulbus olfactorius, *nucaud* Nucleus caudatus, *psa* Psalterium, *cor* Am_1 u. *cor* Am_2 Ammonshorn, *thaopt* Thalamus opticus, *gglhab* Ganglion habenulae, *farefl* Fasciculus retroflexus, *tratebuspi* Tractus tectobulbospinalis, *lemla* laterale Schleife mit ihrem Kern, *corquapo* hinterer Vierhügel, *hilap, olap, ulap* Hinter-, Ober- u. Unterlappen des Wurms, *klhke* Kleinhirnkerne, *nuolinf* untere Olive, *correst* Corpus restiforme, *nuolsup* obere Olive, *brapo* Brachium pontis, *corma* Corpus mammillare, *trathama* Tractus thalamomammillaris, *braco* Brachium conjunctivum, *colforde* Columna fornicis descendens, *chia* Chiasma, *coa* Commissura anterior, *I tertba* tertiäre Riechbahn.

liegenden Körnerzellen (*köze*), von denen in unseren Methylenblaupräparaten immer nur ganz vereinzelte Exemplare vollausgefärbt sind. Der kleine Zellkörper von höchstens 10 μ Durchmesser entsendet 3—4 dünne, mäßig lange Dendriten, deren jeder in ein kurzes Endbüschel ausläuft und mit ihm den Körper einer zweiten Körnerzelle umfaßt. Der Neurit ($neur_1$) steigt senkrecht gegen die Windungsoberfläche zwischen den Purkinjeschen Zellen hindurch in die Molekularschicht und teilt sich hier T-förmig. Die beiden Teiläste verlaufen parallel zur Windungsoberfläche in transversaler Richtung. Diese **T**-förmigen Teilungen der Körnerzellenneuriten (X) treten in unseren Methylenblaupräparaten besonders schön hervor.

Außer den Körnerzellen enthält die Körnerschicht noch die großen Körnerzellen (*grköze*), mittelgroße Zellen mit langen Dendriten. Der Neurit (*neur*$_2$) löst sich bald nach seinem Abgang von der Zelle in eine große Anzahl feiner Reiserchen auf.

Die PURKINJEschen Zellen (*puze*) stehen meist in einfacher Schicht dicht nebeneinander. Der birnförmige Zellkörper geht distalwärts allmählich in den Hauptdendriten über, der vielfach abgeknickt in die Molekularschicht eindringt und hier in zahlreiche Äste und Zweige zerfällt, die bis in die periphersten Rindenteile sich vorschieben. Hauptdendrit, Äste und Zweige sind mit feinsten Seitenzweigen besetzt. Die Verzweigung findet stets in der Sagittalebene statt, so daß nur Sagittalschnitte dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung zeigen. Von dem abgerundeten proximalen Zellende entspringt der immer sehr dünne Neurit (*neur*$_3$), umgibt sich sehr bald mit einer Markscheide, durchsetzt in schrägem Verlauf die Körnerschicht und tritt in die Markleiste (*masch*) ein. Innerhalb der Körnerschicht gibt er mehrere Kollateralen ab, die sich rückläufig zu den PURKINJEschen Zellen wenden und unter ihren Körpern einen Plexus markhaltiger Fasern bilden (*ple*).

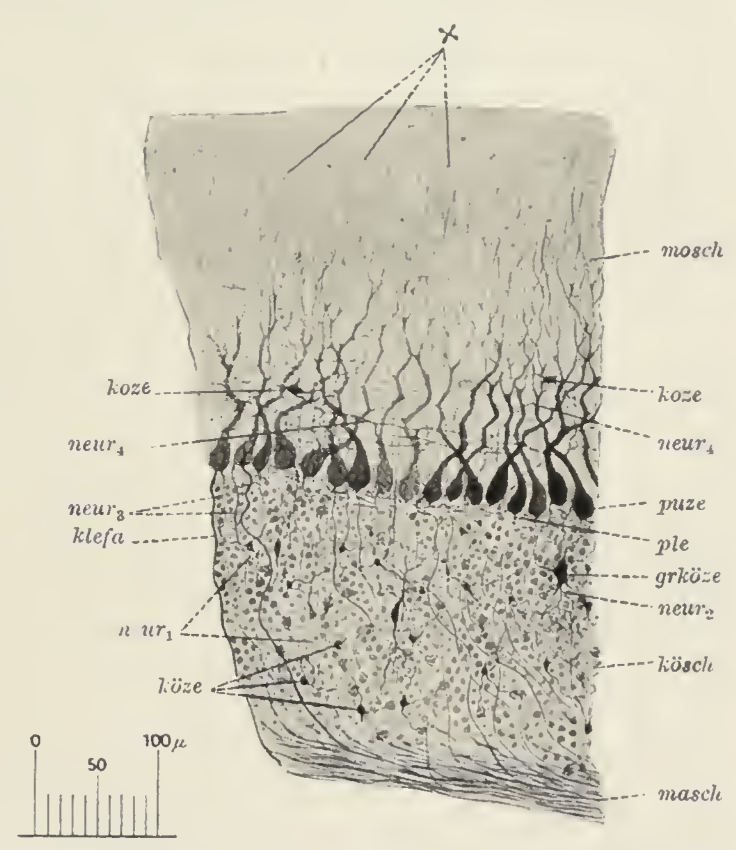


Fig. 30. Kleinhirnrinde des Kaninchens (aus einem Sagittalschnitt durch den Wurm).
masch Markschicht, *kösch* Körnerschicht, *grköze* große Körnerzelle, *neur*$_2$ deren Neurit, *ple* Markplexus, *puze* Purkinjesche Zellen, *koze* Korbzelle, *mosch* Molekularschicht, *köze* kleine Körnerzellen, *neur*$_1$ deren Neuriten, die sich bei × in der Molekularschicht T-förmig teilen, *klefa* Kletterfasern, *neur*$_3$ Neuriten der Purkinjeschen Zellen, *neur*$_4$ Neuriten der Korbzellen.

Den Hauptbestandteil der Molekularschicht (*mosch*) bilden die Dendritenverzweigungen der PURKINJEschen Zellen und die Neuriten der Körnerzellen. Von zelligen Elementen enthält sie einmal die Korbzellen (*koze*). Sie liegen immer dicht über den PURKINJEschen Zellen und besitzen einen höchstens mittelgroßen Zellkörper mit mehreren Dendriten. Der Neurit (*neur*$_4$) läuft über den Körpern der PURKINJEschen Zellen entlang und gibt von Strecke zu Strecke einen Ast ab, der mit seinen Endverzweigungen den Körper einer Purkinjezelle korbartig umfaßt. In den äußeren Lagen der Molekularschicht treten dann noch die kleinen Rindenzellen auf, die sich aber in unseren Präparaten nur höchst selten färben.

Die Markschicht (*masch*) setzt sich zu einem großen Teil aus den Neuriten der Purkinjezellen zusammen, enthält aber außerdem auch noch zentripetale, unter dem Namen der Kletterfasern (*klefa*) bekannte Elemente. Sie färben sich durch Methylenblau recht scharf und zeichnen sich vor den Purkinjeneuriten durch etwas stärkeres Kaliber aus. Sie durchsetzen meist schräg die Körnerschicht, treten zur Basis der Purkinjezellen und lösen sich hier in Reiser auf, welche den Körper und den Hauptdendriten umspinnen. Die Fasern entstammen wahrscheinlich der unteren Olive.

Die Kleinhirnkerne enthalten multipolare, mittelgroße Zellen mit sehr zahlreichen, aber wenig verästelten Dendriten. Der Neurit verläßt als zentripetale Faser durch den vorderen Kleinhirnarm das Organ. Diese als Tractus cerebellotegmentalis bezeichnete Bahn verläuft in der Formatio reticularis und schickt ihre Fasern rostral zum Nucleus ruber und zum Thalamus. In den Kleinhirnkernen enden wahrscheinlich samt und sonders die Purkinjeneuriten durch Aufsplitterung.

Kehren wir nun zur Besprechung unserer Querschnittserie zurück, so finden wir bei dem weiteren Vordringen rostralwärts zunächst dorsal stets den Querschnitt des Kleinhirns. Direkt ventral von ihm bildet das Velum medullare anticum die Decke des Ventrikels. An Stelle des Corpus trapezoides tritt die Brücke, Pons Varoli auf, die ventral kräftig vorspringt. Während die Pyramiden bis jetzt stets die ventromediale Querschnittecke einnahmen, werden sie nun von der Brückenfaserung sowohl dorsal als auch ventral umzogen und rücken damit in die Fasermasse der Brücke hinein. Es erscheint so der Querschnitt des rostralen Endes des Rhombenzephalons in zwei übereinander gelagerte und gut voneinander abscheidbare Teile gesondert. Den ventralen Abschnitt bildet die Brückenfaserung mit den Pyramiden, ihr liegt dorsal auf der Haubenteil der Brücke mit der Formatio reticularis, der Schleifenschicht, dem hinteren Längsbündel und dem Bodengrau, das Ganze seitlich umrahmt von den aus dem Kleinhirn heruntersteigenden Brückenarmen.

Betrachten wir zunächst die Brückenfaserung, so zeigt dieselbe ein mächtiges Querfasersystem, dessen Bündel teils gekreuzt, teils ungekreuzt durch die Brücke ins Kleinhirn eintreten. Diese Fasermassen entstammen Kernen, die zwischen die Brückenfaserung eingesprengt sind und in ihrer Gesamtheit als Brückenganglien, Ganglia pontis bezeichnet werden. In sie treten von rostral her Faserzüge ein, welche als Tractus corticopontini dem Vorderhirn entstammen. Es stellen demnach diese Ganglien eine Unterbrechung der vom Großhirn zum Kleinhirn verlaufenden Bahnen dar. Daneben finden sich aber auch Faserzüge, die den umgekehrten Weg einschlagen.

Im Haubenteil erfährt das Bodengrau eine starke Verdickung und beherbergt zahlreiche kleine Nervenzellen, die Bündel markhaltiger Nervenfasern rostralwärts entsenden. Eine stärkere Kernmasse bildet der Nucleus dorsalis tegmenti, unmittelbar neben der Mittellinie und dorsal vom hinteren Längsbündel. Lateral wird das Bodengrau umrahmt von der mesenzephalen Trigeminuswurzel mit ihren kräftigen Markbündeln und kugligen Ursprungszellen.

In der Formatio reticularis treten dicht neben der Raphe zwei Kernmassen auf, ventral vom hinteren Längsbündel das Ganglion tegmenti ventrale und weiter ventral der Nucleus motorius tegmenti mit großen multipolaren Nervenzellen. Sie sind im wesentlichen als lokale Ansammlungen von Retikulariszellen aufzufassen.

Dorsal von der Brückenfaserung tritt in der Formatio reticularis nun immer deutlicher ein Feld von Markfasern hervor, welches die ventrale Peripherie des Haubenteils bildet und sich bis zur lateralen Peripherie erstreckt. Es ist die Schleife, Lemniscus. Sie umfaßt Bahnen, welche aus dem Rückenmark und dem Rhombenzephalon stammen und zu rostralen Hirnteilen ziehen und umgekehrt. Am nächsten der Raphe finden sich die Fasern des Tractus spino-

thalamicus und bulbothalamicus, weiter schließen lateral an die Tractus bulbotectales, die man auch als laterale Schleife, den anderen als mediale Schleife gegenüberstellt.

Der nächste unserer zu besprechenden Querschnitte führt uns bereits in das Mittelhirn. Dasselbe zeigt im Vergleich zu den später zu besprechenden Verhältnissen bei den Vögeln eine beträchtliche Reduktion. Während es dort noch lateral und ventral kräftig in die Erscheinung tritt, ist es beim Kaninchen ganz in die Tiefe versenkt. Wie unsere Sagittalschnitte (Fig. 28 und 29) sehr schön dartun, liegt es unter den Hemisphären des Vorderhirns und nur der kaudale Abschnitt seines Daches kommt nach Entfernung der Dura und Pia zwischen den auseinanderweichenden medialen Hemisphärenkanten zum Vorschein (Fig. 21 *corquapo* und *corquaa*). Wir müssen die Hemisphären stark auseinanderbiegen oder abtragen (Fig. 33), um das Mittelhirndach ganz zu Gesicht zu bekommen. Es präsentiert sich dann in der Form der Vierhügel, die sich aus der Vierhügelplatte erheben. Das vordere Paar Corpora quadrigemina antica ist beträchtlich größer, als das hintere Paar, Corpora quadrigemina postica. Wie unser Sagittalschnitt zeigt, geht die Vierhügelplatte, Lamina quadrigemina (Fig. 28 *laqua*) kaudalwärts in das Velum medullare anticum (*vemea*) über, ihr rostrales Ende wird eingenommen durch die Commissura posterior (*copo*), eine die beiden Mittelhirnhälften verbindende Fasermasse (Fig. 33 *copo*). An die letztere schließt sich dann weiterhin das Dach des Zwischenhirns. Auch die seitliche Wand des Mittelhirns wird vollkommen von den Großhirnhemisphären verdeckt. Tragen wir die kaudale Hälfte der letzteren ab, so liegt das mächtige vordere Vierhügelpaar vollkommen frei, während das hintere noch zum Teil vom Kleinhirn verdeckt wird. Die beide trennende Furche zieht schräg ventral und rostral. Von ihrem ventralen Ende zieht der Sulcus lateralis mesencephali dorsal und rostral und begrenzt die vorderen Vierhügel rostralwärts. An ihn schließen sich weiter rostral zwei kuppenförmige, durch eine fast senkrechte Furche getrennte Erhebungen. Die vordere Kuppe, das Corpus geniculatum laterale (Fig. 33 *corgela*) ragt seitlich weiter vor, als die hintere, kleinere, das Corpus geniculatum mediale. Weiter ventral wird die Seitenwand des Mesenzephalons gebildet durch die Fasermasse des Hirnschenkels, Pedunculus cerebri, der rostral von dem aus dem Chiasma hervortretenden Tractus opticus überlagert wird. An der unverletzten Hirnbasis erscheint der Hirnschenkel unmittelbar vor dem rostralen Brückenrand (Fig. 22 *ppce*), median das Corpus interpedunculare (*coripe*) zwischen den austretenden Nn. oculomotorii (III). Weiter rostral schließt sich dann das schon dem Zwischenhirn zugehörige Corpus mammillare (*corma*) an.

Aus unserer Querschnittserie wählen wir zwei Schnitte durch das Mittelhirn aus, deren erster das hintere Vierhügelpaar trifft (Fig. 31). Das Zentrum des Schnittes wird gebildet vom Ventrikel des Rhombenzephalons, der sich jetzt zum Aquaeductus Sylvii verengt. In den Ventrikel dringt der untere Kleinhirnlappen (*klh*) vor und buchtet dabei das Velum medullare anticum (*velmea*) kapuzenartig vor, so daß es zweimal, dorsal und ventral, vom Kleinhirn geschnitten erscheint. Ebenso wird dadurch der Ventrikel in eine dorsale und ventrale Abteilung zerlegt. Der ventrale Teil des Velums ist fast vollkommen ausgefüllt von transversal verlaufenden, sich kreuzenden Markfasern, in denen wir die

Decussatio n. trochlearis (*dec* IV) erkennen. Nach dem Austritt aus dem Velum umzieht der relativ starke Nervenstamm den kaudalen Umfang des hinteren Vierhügels und kommt zwischen Großhirnhemisphäre und Hirnschenkelfuß zum Vorschein. Der weitere zentrale Verlauf der Nervenwurzel ist in unserem Schnitt nicht mehr getroffen. In rostraleren Schnitten biegt sie um die laterale Ecke des Aquädukts herum und steigt an der äußeren Zirkumferenz der Substantia grisea centralis herab, in deren ventralster Partie der Kern unmittelbar

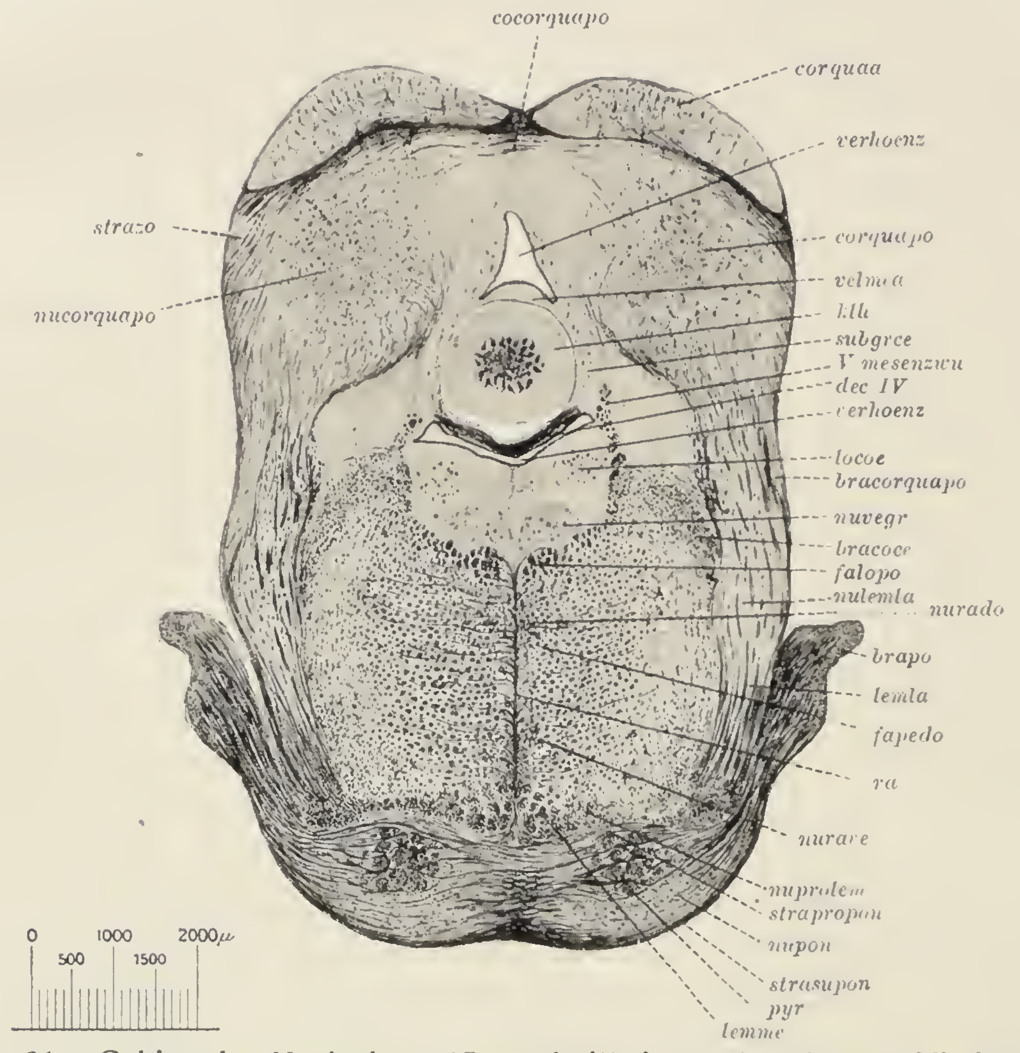


Fig. 31. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt durch die hinteren Vierhügel).
corquapo Corpus quadrigeminum posticum, *corquaa* Corpus quadrigeminum anticum, *verhoenz* Ventrikel des Rhombenzephalons, *velmea* Velum medullare anticum, *klh* Kleinhirn, *subgrce* Substantia grisea centralis, *V mesenzwu* mesenzephale Trigeminuswurzel, *dec IV* Trochleariskreuzung in der ventralen Abteilung des Velums, *locoe* Locus coeruleus, *bracorquapo* Brachium conjunctivum corporis quadrigemini postici, *nuvegr* Nucleus ventralis griseus, *bracoce* Brachium conjunctivum cerebelli, *falopo* hinteres Längsbündel, *nulemla* Kern der lateralen Schleife, *nurado* Nucleus raphes dorsalis, *brapo* Brachium pontis, *lemla* laterale Schleife, *faprdo* Fasciculus praedorsalis, *ra* Raphe, *nurave* Nucleus raphes ventralis, *nuprolem* Nucleus proprius lemnisci, *strapropon* Stratum profundum pontis, *nupon* Nucleus pontis, *strasupon* Stratum superficiale pontis, *pyr* Pyramide, *lemme* mediale Schleife, *nucorquapo* Nucleus corporis quadrigemini postici, *strazo* Stratum zonale.

über dem hinteren Längsbündel gelegen ist. Er besteht aus mittelgroßen, multipolaren Nervenzellen. Die Neuriten der Zellen sind die Wurzelfasern des Nerven.

Umgeben wird der Ventrikel von der Substantia grisea centralis (*subgrce*), die ventral abgeschlossen wird durch das hintere Längsbündel (*falopo*), lateral durch die aus dem Deitersschen Kern zum Mittelhirn aufsteigenden Faserbündel und weiterhin durch die mesenzephale Trigeminuswurzel (V *mesenzwu*), deren quergetroffenen Faserbündeln die bekannten kugligen Ursprungszellen anliegen. Die Substantia grisea centralis enthält zahlreiche kleinere und größere Nervenzellen, teils unregelmäßig zerstreut, teils zu distinkten Kernen

zusammengelagert. So tritt direkt dorsal vom hinteren Längsbündel, äußerlich durch feine Markfasern abgesetzt, der Nucleus ventralis griseus (*nuvegr*) hervor. Seine direkte Fortsetzung bildet weiter rostral der Trochleariskern. Dorsolateral von ihm liegt unter dem Ventrikelboden der Locus coeruleus (*locoe*) mit großen, multipolaren Zellen, die noch zum Ursprungsgebiet des N. trigeminus gehören.

Die ganze dorsale Partie unseres Schnittes wird beiderseits eingenommen von den hinteren Vierhügeln (*corquapo*), zum Teil schon von den vorderen (*corquaa*) überlagert. Am hinteren Vierhügel unterscheiden wir zunächst einen dicken äußeren Markmantel, das Stratum zonale (*strazo*) und eine zentrale Zellmasse, den Nucleus corporis quadrigemini postici (*nucorquapo*). Die beiderseitigen Kerne stehen nicht in Verbindung miteinander, dagegen findet dorsal ein Faseraustausch zwischen beiden Vierhügeln statt in der Commissura corporis quadrigemini postici (*cocorquapo*). Über den zelligen Aufbau des hinteren Vierhügels geben unsere Präparate nur mangelhaften Aufschluß. Außer zahlreichen kleinen Zellen erkennt man auch mittelgroße, multipolare Zellen mit langen dünnen Dendriten.

In den hinteren Vierhügel tritt von ventral her die laterale Schleife (*lemla*) ein, eine ansehnliche Fasermasse, welche an der lateralen Peripherie der Mittelhirnhaube in die Höhe steigt und in der Mitte ihres Verlaufs durch eine eingelagerte Kernmasse, den lateralen Schleifenkern (*nulemla*) verdickt wird. Wie wir früher gesehen haben, stammen diese Fasermassen aus dem Corpus trapezoides und der oberen Olive, also indirekt aus dem Nucleus cochlearis. Ein kleiner Teil der Fasern zieht weiter zum vorderen Vierhügel und zum Corpus geniculatum mediale.

Lateral von der lateralen Schleife tritt aus dem hinteren Vierhügel das Brachium conjunctivum corporis quadrigemini postici (*bracocorquapo*) hervor. Es verschwindet in der Höhe des lateralen Schleifenkerns, um hier rostral abzubiegen.

Die Mittelhirnhaube wird durch die Raphe (*ra*) in zwei gleiche Hälften zerlegt und enthält die Formatio reticularis. Zu beiden Seiten der Raphe schließt sich zunächst ventral von der Substantia grisea centralis das hintere Längsbündel (*falopo*) an. Die ihm lateral angelagerten Fasermassen stammen aus dem DEITERSschen Kern. Ventral schließt sich an der Fasciculus praedorsalis (*faprdo*). Seine quergeschnittenen Faserbündel werden von zahlreichen Bogenfasern durchsetzt und von der Raphe durch einen schmalen Streifen grauer Substanz getrennt, der den Nucleus raphes enthält und sich wieder in einen Nucleus raphes dorsalis und ventralis (*nurado* und *nurave*) gliedert. Von den Bogenfasern kommen die dorsalsten aus dem Nucleus lemnisci lateralis, sie bilden die die beiden lateralen Schleifenkerne verbindende PROBSTsche Kommissur.

An die ventralste Partie der Raphe schließt sich beiderseits die mediale Schleife, Lemniscus medialis (*lemme*) an. Sie umfaßt die Fasern der Tractus spinothalamicus und bulbothalamicus und Fasern aus den sensiblen Hirnnervenkernen. Ihr dorsal angelagert ist der kleine Nucleus proprius lemnisci (*nuprolem*), der sich aber von dem Nucleus reticularis nicht scharf abgrenzen läßt. Die lateral an die mediale Schleife grenzenden Fasermassen gehören den Tractus rubrospinalis und tectospinalis an. Der Raum zwischen lateraler Schleife und Formatio reticularis wird dorsalwärts ausgefüllt vom Brachium con-

junctivum cerebelli (*bracoce*), an dessen mediane Peripherie sich besonders große Retikulariszellen anlegen.

Die ventrale Peripherie des Schnittes nimmt die Brückenfaserung ein, lateralwärts in die Brachia pontis (*brapo*) auslaufend, die zum Kleinhirn aufsteigen. Wir können an der scharf von der Haube abgesetzten Brückenformation ein Stratum profundum (*strapropon*) und ein Stratum superficiale (*strasupon*) unterscheiden. Zwischen den Faserbündeln finden sich große Massen von Nervenzellen, der Nucleus pontis (*nupon*). Mitten in der Brücke liegt jederseits die jetzt in zahlreiche dickere und dünnere Faserbündel zerspaltene Pyramide (*pyr*).

In unserem folgenden Schnitt (Fig. 32) hat sich der Ventrikel des Rhombenzephalons zum Aquädukt (*aq*) verengert, umgeben von der jetzt annähernd herzförmigen Substantia grisea centralis (*sugrce*). Sie enthält neben zahlreichen, im wesentlichen in sagittaler Richtung verlaufenden Nervenfasern, kleine und mittelgroße Nervenzellen, an einzelnen Stellen zu verwaschenen Kernen verdichtet. So finden wir an der lateroventralen Peripherie den Westphal-Edingerschen Kern oder lateralen Okulomotoriuskern (*nu* III *la*). Die ventral gerichtete Spitze der herzförmigen Figur wird eingenommen von dem medialen oder Hauptkern des N. oculomotorius (*nu* III *mo*). Die beiderseitigen Kerne liegen dicht nebeneinander, zum Teil in die Fasermassen des hinteren Längsbündels eingebettet. Beide Kerne bestehen aus mittelgroßen, multipolaren Nervenzellen, die sowohl in Methylenblau- als in Bielschowskypräparaten sich in seltner Vollständigkeit färben. Die Neuriten der Zellen wenden sich bogenförmig ventral und median, durchsetzen das hintere Längsbündel, um dann, bündelweise zusammengefaßt, schräg lateroventral, abzubiegen und als kräftiger Nervenstamm (III) an der Mittelhirnbasis auszutreten. Die aus dem Lateralkern austretenden Neuriten überschreiten zum Teil die Raphe, so daß sich der Okulomotorius zum Teil aus gekreuzten, zum Teil aus gleichseitigen Nervenfasern zusammensetzt. Die Zellen der Kerne sind umgeben von einem dichten Gewirr feiner Nervenfasern, sie stammen zum größten Teil aus dem hinteren Längsbündel, dazu kommen noch Fasern aus der Formatio reticularis und aus den Pyramiden.

Dorsal wird die Substantia grisea centralis abgeschlossen durch die Commissura posterior (*copo*). Sie stellt eine Verbindung zwischen beiden Hälften der Mittelhirnhaube dar. Über den Ursprung ihrer Fasern ist beim Kaninchen nichts Bestimmtes zu ermitteln.

Ventral schließt sich ihr in der Umgrenzung der Substantia grisea centralis ein Faserbündel an, das aus dem tiefen Mark des vorderen Vierhügels kommt, der Tractus tectobulbospinalis (*tratebuspi*). Seine Fasern durchsetzen als Bogenfasern die Formatio reticularis, um in der Raphe dicht unter dem dorsalen Längsbündel zu kreuzen: Meynertsche Haubenkreuzung (*decM*). Noch weiter ventral wird dann die Substantia grisea centralis von der Formatio reticularis und dem hinteren Längsbündel begrenzt.

Die Raphe (*ra*) ist in dieser Gegend sehr kurz. Ihr ventrales Ende wird abgeschlossen durch eine dicke Masse kreuzender Fasern, die Decussatio ventralis tegmenti oder Forelsche Kommissur (*decFor*). Ihre Fasern stammen aus dem roten Haubenkern und bilden nach ihrer Kreuzung den lateral sich anschließenden Tractus rubrospinalis (*traruspi*) oder das Monakowsche

Bündel, das wir kaudalwärts in den Lateralstrang des Rückenmarks verfolgen konnten.

Der rote Haubenkern, Nucleus ruber tegmenti (*nuru*) liegt lateral von der Raphe und den austretenden Okulomotoriuswurzeln innerhalb der Formatio reticularis und ist beim Kaninchen in keiner Weise scharf begrenzt. Seine Zellen finden sich rostral bis zur Höhe der hinteren Kommissur, kaudal bis zur Höhe des Velum medullare anticum, also in der ganzen Länge des Aquädukts,

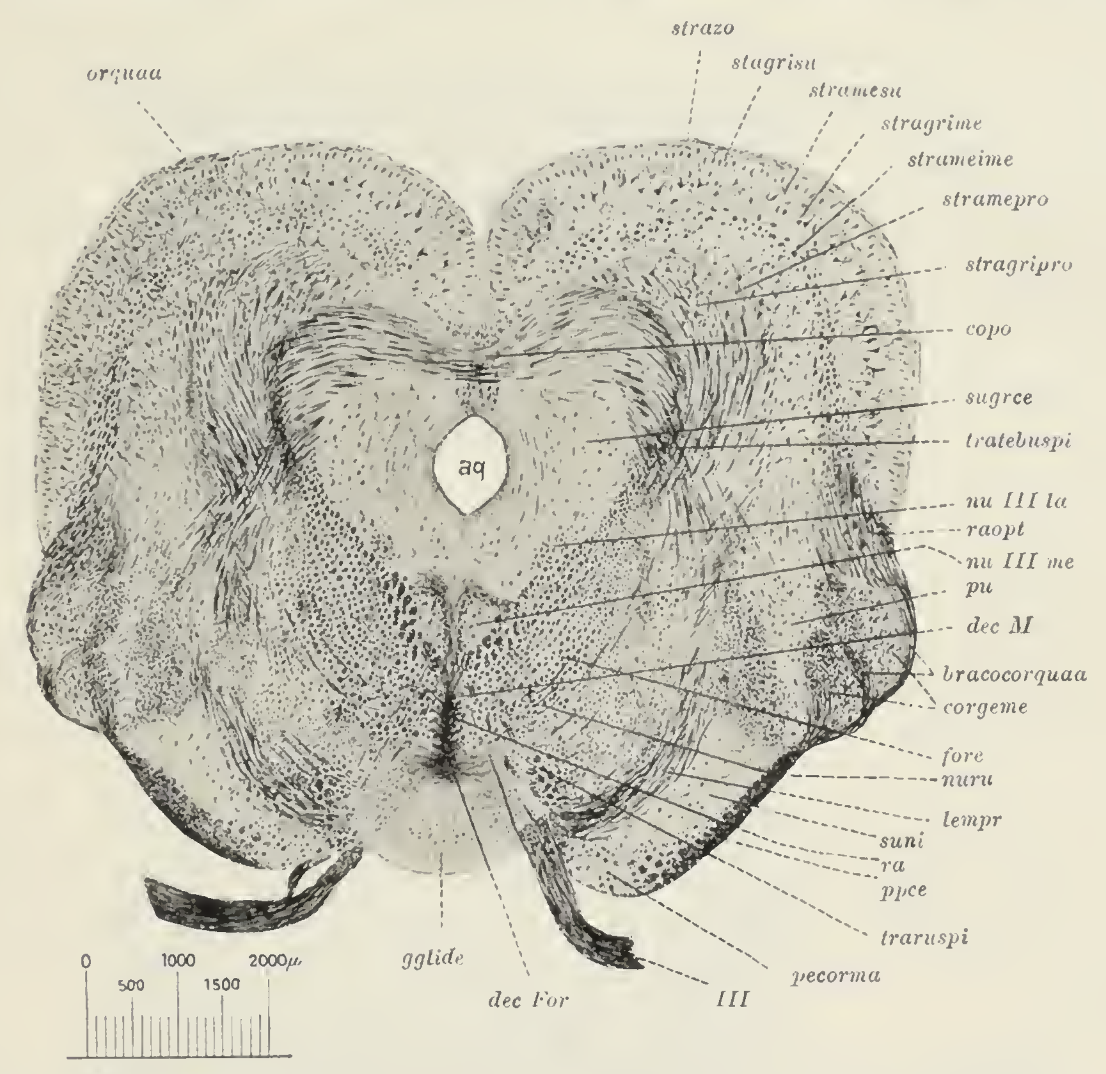


Fig. 32. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt durch die vorderen Vierhügel).
corquaa Corpus quadrigeminum anticum, *strazo* Stratum zonale, *stragrisu* Stratum griseum superficiale, *stramesu* Stratum medullare superficiale, *stragrime* Stratum griseum medium, *strameime* Stratum medullare intermedium, *stramepro* Stratum medullare profundum, *stragripro* Stratum griseum profundum, *copo* Commissura posterior, *sugrce* Substantia grisea centralis, *tratebuspi* Tractus tectobulbospinalis, *nu III la* lateraler Okulomotoriuskern, *raopt* Radiatio optica, *nu III me* medialer Okulomotoriuskern, *pu* Putamen, *dec M* Meynertsche Haubenkreuzung, *corgeme* Corpus geniculatum mediale, *fore* Formatio reticularis, *nuru* Nucleus ruber, *lempr* Lemniscus principalis, *suni* Substantia nigra, *ra* Raphe, *ppce* Pes pedunculi cerebri, *traruspi* Tractus rubrospinalis, *pecorma* Pedunculus corporis mammillaris, *III* N. oculomotorius, *dec For* Forelsche Haubenkreuzung, *gglipe* Ganglion interpedunculare, *aq* Aquädukt.

aber in jedem Schnitt nur in wenigen Exemplaren. Mit einem Durchmesser von 60—80 μ gehören sie zu den größten Zellen der Mittelhirnhaube und zeigen alle Charaktere motorischer Zellen. Ihre Neuriten bilden jedenfalls einen Hauptbestandteil des MONAKOWschen Bündels. In dem roten Kern endet ein Teil der Fasern des Brachium conjunctivum cerebelli, ein anderer Teil zieht weiter rostral zum Zwischenhirn.

Ventral schließt sich an die FORELsche Kommissur das unpaare Ganglion interpedunculare (*gglipe*), das mit seiner ventralen Zirkumferenz zwischen den austretenden Okulomotoriuswurzeln an der Hirnbasis zum Vorschein kommt.

Dieser beim Kaninchen sehr ansehnliche Körper erleidet bei höherstehenden Säugern eine starke Reduktion und ist beim Menschen nur noch andeutungsweise vorhanden. Seine in Golgipräparaten oft sehr schön hervortretenden Elemente sind kleine, zu mehreren Kernen gruppierte Zellen mit meist rundlichem Zellkörper und dünnen schwach verzweigten Dendriten. In das Ganglion tritt von dorsal her der Tractus habenulopeduncularis, Fasciculus retroflexus oder das MEYNERTsche Bündel ein, dessen Fasern sich um die Zellen in Endarborisationen auflösen. Aus dem Ganglion entspringt das GANSERsche Haubenbündel, das in einen kleinen Kern der Substantia grisea centralis endet.

Die Brückenfaserung ist verschwunden und die dadurch freigewordene Pyramide legt sich nun als Hirnschenkelfuß, Pes pedunculi cerebri (*ppce*) in Form eines sich lateral mehr und mehr verschmälernden Markfeldes an die ventrolaterale Peripherie der Mittelhirnhaube an. Der Zwischenraum zwischen ihm und der austretenden Okulomotoriuswurzel wird ausgefüllt durch den Pedunculus corporis mammillaris (*pcorma*).

Dorsalwärts grenzt an den Hirnschenkelfuß die Substantia nigra Sömmeringii (*suni*) mit zahlreichen kleinen Nervenzellen. Sie nimmt Fasern aus dem Hirnschenkelfuß und den Stammganglien des Vorderhirns auf und entsendet den Pedunculus substantiae nigrae mit noch unbekanntem Verlauf.

Weiter dorsal folgt die Schleife, deren Fasern nun als Lemniscus principalis (*lempr*) in bogenförmigem Verlauf dem vorderen Vierhügel zustreben.

An der lateralen Mittelhirnperipherie ragt kuppenförmig der innere Kniehöcker, das Corpus geniculatum mediale (*corgeme*) hervor. Er läßt einen dorsalen und ventralen Kern erkennen, getrennt durch die Fasern des Brachium conjunctivum corporis quadrigemini antici (*bracocorquaa*). Weiter dorsal erscheint die Sehnervenstrahlung, Radiatio optica (*radopt*) und ihr Eintritt in den vorderen Vierhügel; die den inneren Kniehöcker medial begrenzende graue Masse (*pu*) gehört bereits dem Thalamus opticus des Zwischenhirns an.

Es bleibt uns nun noch übrig, einen Blick auf den feineren Bau des vorderen Vierhügels zu werfen. Von außen nach innen sind die folgenden Schichten zu unterscheiden. Zunächst wird der Vierhügel überzogen von einer dünnen Schicht von Markfasern, dem Stratum zonale (*strazo*). Sie stammen zum größten Teil aus dem Sehnerven, zum kleineren Teil aus dem tiefen Mark und enden mit pinselförmigen Endverästelungen, den Optikuspinseln, in der zweiten Schicht, dem Stratum griseum superficiale (*stragrsu*), bestehend aus drei Zellagen. Die äußersten, langgestreckten Zellen liegen mit ihrer Längsachse parallel zur Oberfläche, die inneren Zellen stehen dagegen mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche. Sie sind zumeist typisch bipolar. Nach innen folgt das Stratum medullare superficiale (*stramesu*) mit schmalen, horizontal verlaufenden Markbündeln. Auch sie entstammen der Radiatio optica und enden im oberflächlichen Grau in Optikuspinseln. Die Zellen des sich anschließenden Stratum griseum intermedium (*stragrime*) sind von sehr variabler Form und Größe, ihre Dendriten verästeln sich um die Optikuspinsel herum. Das Stratum medullare intermedium (*strameime*) enthält außer Optikusfasern schon zahlreiche Schleifenfasern. Die tiefsten Schichten endlich das Stratum medullare profundum (*stramepro*) und das Stratum griseum profundum (*stragrpro*) werden

ausschließlich von Schleifenfasern gebildet, efferenten aus den Zellen des tiefen und mittleren Graus in die mediale Schleife eintretenden Fasern und afferenten Fasern aus derselben. In den vorderen Vierhüheln enden also vor allem Fasern des N. opticus, daneben Fasern aus dem Rückenmark (Tractus spinotectalis) und aus dem Vorderhirn (Tractus corticospinalis), aus ihm aus treten Faserzüge zum Rückenmark (Tractus tectospinalis), zur Medulla oblongata (Fasciculus praedorsalis) und zum Kleinhirn (Tractus tectocerebellaris).

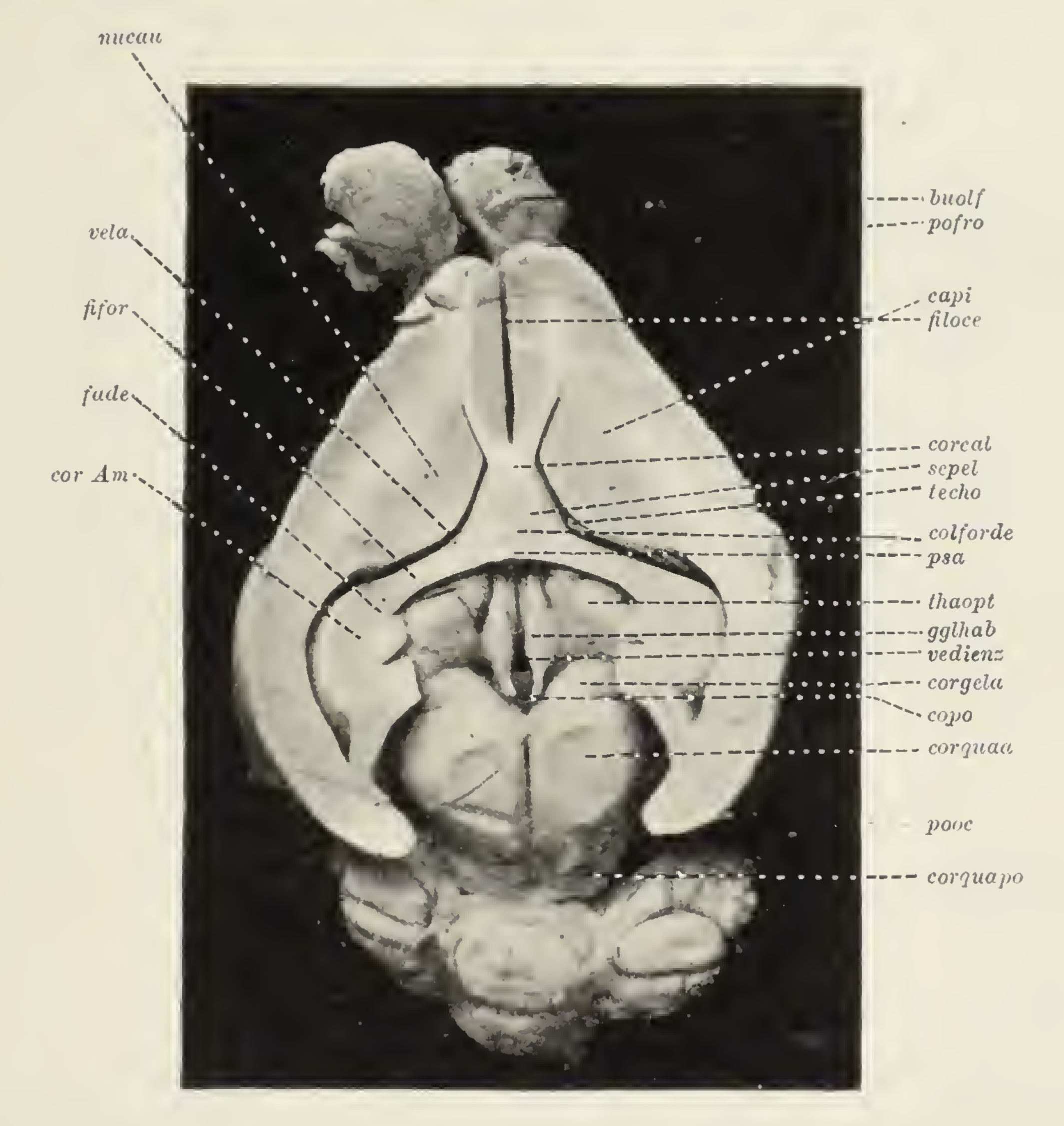


Fig. 33. Gehirn des Kaninchens (das Zwischenhirn ist durch Abtragen der Großhirnhemisphären freigelegt).

buolf Bulbus olfactorius, *pofro* Polus frontalis, *capi* Capsula interna, *filoce* Fissura longitudinalis cerebri, *corcal* Corpus callosum, *sepel* Septum pellucidum, *techo* Tela chorioidea, *colforde* Columna fornicis descendens, *psa* Psalterium, *thaopt* Thalamus opticus, *gglhab* Ganglion habenulae, *vedienz* Ventrikel des Zwischenhirns, *corgela* Corpus geniculatum laterale, *copo* Commissura posterior, *corquaa* vorderer Vierhügel, *pooc* Polus occipitalis, *corquapo* hinterer Vierhügel, *cor Am* Ammonshorn, *fade* Fascia dendata, *fifor* Fimbria fornicis, *vela* Seitenventrikel, *nucau* Nucleus caudatus.

Das Zwischenhirn, Dienzephalon, in das wir nunmehr vor der Commissura posterior eintreten, ist beim Kaninchen vollständig vom Vorderhirn überlagert und kommt nur an der Hirnbasis zum Vorschein, wo wir (Fig. 22), rostral vom Ganglion interpedunculare (*gglipe*), von ihm durch eine tiefe Einsenkung getrennt, auf das Corpus mammillare (*corma*) stoßen, das wieder ohne scharfe Abgrenzung in das Infundibulum (*inf*) übergeht. Ihm sitzt die in unserem Präparat abgerissene Hypophyse auf, so daß der Längsspalt des Recessus infundibuli sich frei öffnet. Rostral wird das Infundibulum begrenzt vom Chiasma n. optici (*chia*); kaudal treten aus letzterem die Tractus optici

(*traopt*), rostral die Sehnerven (II) hervor. Lateral wird das Zwischenhirn begrenzt vom Lobus piriformis (*lopi*) des Vorderhirns.

Um uns das Zwischenhirn von dorsal her zur Anschauung zu bringen, tragen wir an einem in Formalin konservierten Gehirn die überdeckenden Teile der Vorderhirnhemisphären durch einen transversalen Rasiermesserschnitt ab, der kaudal gerade noch die Kuppe des vorderen Vierhügels wegnimmt und sich rostral zur dorsalen Zirkumferenz des Bulbus olfactorius senkt. Durch ihn wird mit dem den Ventrikel des Dienzephalons überdeckenden Balken auch das ependymale Ventrikeldach und die aus der dorsokaudalen Ventrikelecke sich ausstülpende Epiphyse fortgenommen. Es liegt dann (Fig. 33) der Ventrikel (*vedienz*) als ein schmaler Spaltraum vor uns. Vorn ist er am schmalsten, hinten führt eine leichte Erweiterung in die von der Commissura posterior (*copo*) überdeckte Mündung des Aquaeductus cerebri. In der Tiefe senkt sich der Ventrikelhohlraum zum Recessus infundibuli. Rostral liegt über dem Ventrikel die Fimbria fornicis (*fifor*), die bogenförmig, lateral das Zwischenhirn umziehend, zum Ammonshorn (*corAm*) gelangt. Von ihr senkt sich am rostralen Ventrikelende jederseits das Psalterium und vor ihm die Columna fornicis descendens (*colforde*) in die Tiefe. Unmittelbar dahinter gehen vom Ventrikel des Dienzephalons die Lateralventrikel ab. Dicht neben der Mittellinie tritt als seitliche Begrenzung des Ventrikels das Ganglion habenulae (*gglhab*) in Form eines langgestreckten Wulstes hervor. Es wird durch eine Längsfurche getrennt vom Thalamus opticus (*thaopt*), an den sich weiter kaudal das Corpus geniculatum laterale (*corgela*) anschließt.

Unser erster Schnitt durch das Zwischenhirn (Fig. 34) fällt unmittelbar rostral von der Epiphysenausstülpung und zeigt dorsal den Ventrikel des Dienzephalons, den dritten Ventrikel (*vedienz*) mit dreieckigem Querschnitt. überdacht von der Tela chorioidea ($techo_1$). Ventralwärts erscheint seine spaltförmige Fortsetzung, die sich zum Infundibulum (*inf*) erweitert. Rechterseits ist der Schnitt etwas weiter rostral gefallen, als links, hier ist auch bereits die Verbindung des Zwischenhirns mit der Großhirnhemisphäre hergestellt.

Wir können an dem Zwischenhirn Epithalamus, Thalamus und Hypothalamus unterscheiden. Zu dem ersteren gehört in der Hauptsache das Ganglion habenulae (*gglhab*), das wir in der dorsomedialen Thalamusecke beiderseits vom Ventrikel finden. Es zeigt sich aus zwei verschiedenen Kernen zusammengesetzt. Der mediale Kern enthält kleine Zellen mit meist birnförmigem Körper, der mehrere kurze, dicke, buschig verästelte Dendriten abgibt. Im lateralen Kern sind die Zellen etwas größer mit langen, wenig verzweigten Dendriten. Die Neuriten beider Zellformen wenden sich ventral in den Fasciculus retroflexus (*faref*), der in schrägem Verlauf das Zwischenhirn durchsetzt und in das Ganglion interpedunculare eintritt.

Dorsal liegt dem Ganglion habenulae ein Bündel markhaltiger Fasern an, die Stria medullaris (*strme*). Sie zieht sich dorsomedial in kleinen Bündelchen an der Tela chorioidea entlang, um in etwas kaudaleren Ebenen die dünne Commissura habenularis zu bilden. Die Hauptmasse ihrer Fasern entstammt dem Fasciculus retroflexus, ein anderer Teil dem Thalamus und dem Riechhirn.

Ventral und lateral vom Ganglion habenulae liegt der eigentliche Thalamus, in dem wir hier drei Hauptkerne unterscheiden, den lateralen, ventralen und

medialen Hauptkern. Die drei Kerne werden durch Züge markhaltiger Nervenfasern getrennt und abgegrenzt. Die Lamina medullaris dorsalis (*lamedo*) teilt den Nucleus lateralis (*nulatha*) in einen dorsalen und ventralen Anteil, die Lamina medullaris medialis (*lameme*) trennt den Nucleus lateralis von dem Nucleus ventralis (*nuvetha*) und grenzt den ersteren außerdem lateral gegen das Corpus geniculatum laterale ab (*corgela*) und die Lamina medullaris ventralis

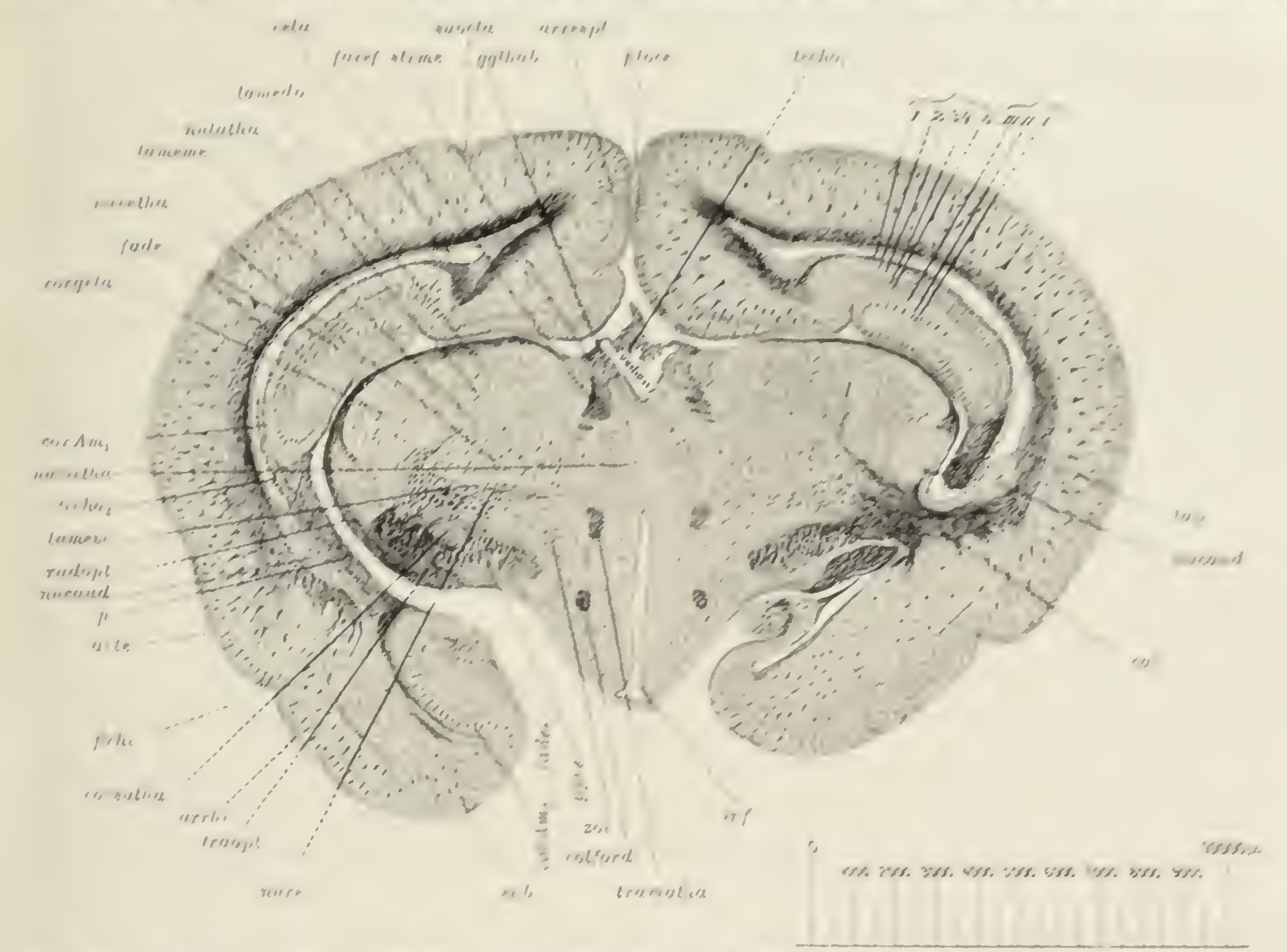


Fig. 31. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt unmittelbar vor der Epiphysenausstülpung). *filoce* Fisura longitudinalis cerebri, *arrespl* Area retrosplenica, *gglhab* Ganglion habenulae, *suocla* Sulcus occipitalis lateralis, *strme* Stria medullaris, *faref* Fasciculus retroflexus, *vela* Seitenventrikel, *lamedo* Lamina medullaris dorsalis, *nulatha* Nucleus lateralis thalami, *lameme* Lamina medullaris medialis, *nuvetha* Nucleus ventralis thalami, *fade*$_1$ und *fade*$_2$ Fascia dentata, *corgela* Corpus geniculatum laterale, *corAm*$_1$ und *corAm*$_2$ Ammonshorn, *numetha* Nucleus medialis thalami, *techo*$_2$ Tela chorioidea des Lateralventrikels, *lameve* Lamina medullaris ventralis, *radopt* Radiatio optica, *nucau* Nucleus caudatus, *fi* Fimbria, *arte* Area temporalis, *firhi* Fissura rhinalis, *corsutha* Corpus subthalamicum, *arrhi* Area rhinalis, *traopt* Tractus opticus, *nure* Nucleus reticularis, *sub* Subiculum, *ppce* Pes pedunculi cerebri, *zoi* Zona incerta, *colforde* Columna fornicis descendens, *tramatha* Tractus mammillothalamicus, *inf* Infundibulum, *cai* Capsula interna, *tap* Tapetum. Schichten der Fascia dentata: *I* Schicht der polymorphen Zellen, *II* Schicht der Körnerzellen, *III* Molekularschicht. Schichten im Ammonshorn: *1* Alveus, *2* Stratum oriens, *3* Schicht der Pyramiden, *4* Stratum medullare medium und *5* Molekularschicht. *techo*$_1$ Tela chorioidea des Zwischenhirnventrikels (*vedienz*).

(*lameve*) umzieht die ventrale Peripherie des Nucleus ventralis und dringt zwischen ihm und dem Nucleus medialis (*numelha*) ein.

Die die Thalamuskerne zusammensetzenden Zellen, sie werden am besten an Golgi- oder Bielschowskypräparaten studiert, lassen in der Hauptsache zwei verschiedene Formen erkennen. Im lateralen Kern trifft man mittelgroße multipolare Zellen, mit langen, schwach verzweigten Dendriten, im ventralen und medialen Kern herrschen kleine Zellen vor mit außerordentlich zahlreichen, kurzen, buschigen Dendriten.

Zahlreich sind die Verbindungen der Thalamusganglien mit anderen Hirnteilen. Als wichtigste seien folgende genannt. Die Tractus corticothalamici kommen aus der Rinde des Vorderhirns bzw. ziehen dorthin durch die innere Kapsel und die Laminae medullares hindurch. Des weiteren sind uns schon bekannt die Tractus rubrothalamicus, cerebellothalamicus, bulbothalamicus und spinothalamicus; sie kommen vom roten Haubenkern, aus dem Kleinhirn, den sensiblen Hirnnervenkernen und den Dorsalstrangkernen und enden sämtlich in den Thalamuskernen.

Außen grenzt an den lateralen Thalamuskern der äußere Kniehöcker, Corpus geniculatum laterale (*corgela*), ein ziemlich umfänglicher Körper (Fig. 34 *corgela*), der deutlich in eine größere dorsale und eine kleinere ventrale Abteilung zerspalten ist. Von der ihm außen anliegenden Markfasermasse der Radiatio optica (*radopt*) durchsetzen die Faserbündel zum Teil beide Abteilungen, zum Teil bilden sie einen Markfasermantel um sie herum. Innerhalb dieses Mantels finden sich zahlreiche kleine oder höchstens mittelgroße Zellen mit langen, wenig verzweigten Dendriten. Um sie herum lösen sich die Optikusfasern in Endpinsel auf.

Das Corpus geniculatum laterale bildet neben dem vorderen Vierhügel die Hauptendigungsstätte der Sehnervenfasern. Dieselben treten bekanntermaßen zum weitaus größten Teil als Neuriten der Netzhautganglien durch den N. opticus zum Chiasma, wo sie eine partielle Kreuzung erfahren. Aus dem Chiasma gehen die Tractus optici hervor, verlaufen schräg kaudal und dorsal an der Ventral- und Lateralfläche des Zwischenhirns und gehen hier in die Radiatio optica über, die einen Teil ihrer Fasern zum vorderen Vierhügel, einen anderen Teil zum äußeren Kniehöcker schickt. Hier laufen die Fasern in die Optikuspinsel aus. Die aus den Zellen des äußeren Kniehöckers hervorgehenden Neuriten nehmen ihren Verlauf zur Hirnrinde durch die innere Kapsel, in der sie die Sehstrahlung oder Gratioletsche Faserung bilden. Ein weiterer Teil der Sehnervenfasern gelangt lateral vom äußeren Kniehöcker vorbei zu den dorsalsten Abschnitten des Thalamus. Er ist beim Kaninchen nur sehr schwach entwickelt und erlangt erst bei den höchststehenden Säugern und beim Menschen seine volle Ausbildung, wo er als Pulvinar eine besondere Endstätte des Sehnerven darstellt. Der vordere Vierhügel besitzt, wie hier nachgetragen sei, eine anatomisch allerdings noch nicht ganz klargelegte Verbindung mit den Okulomotoriuskernen, die aber physiologisch von höchstem Interesse ist, denn in ihr verläuft die Bahn für den Pupillarreflex: Belichtung des Auges bewirkt Verengerung der Pupillen.

Den medialen Kniehöcker, Corpus geniculatum mediale (Fig. 32 *corgeme*) haben wir bereits im vorigen Schnitt kennen gelernt. Er liegt an der Grenze von Mittel- und Zwischenhirn und läßt ebenfalls eine dorsale und ventrale Abteilung erkennen. Die erstere enthält mittelgroße, die letztere kleine, stark verzweigte Zellen. Die afferenten Fasern kommen aus der lateralen Schleife, entstammen dem Akustikuskern und enden an den Zellen des medialen Kniehöckers. Die Neuriten der letzteren ziehen durch die innere Kapsel zur Hirnrinde als sekundäre Hörbahn.

Gehen wir nun in der Beschreibung unseres Schnittes ventralwärts vor, so finden wir zunächst auf der linken Seite unter dem ventralen Thalamuskern

bzw. der Lamina medullaris ventralis ein Feld quergetroffener Markfaserbündel, zwischen denen größere multipolare Nervenzellen liegen, es ist die Gitterschicht mit dem Nucleus reticularis (*nure*), weiter ventral schließen sich dann Hirnschenkelfuß (*ppce*) und Tractus opticus (*traopt*) an. In einer dorsalen Einbuchtung des ersteren ist das Corpus subthalamicum, der Luyssche Körper (*corsutha*) eingebettet. Er enthält verzweigte Zellen mit länglichen oder polyedrischen Zellkörpern. Die afferenten Fasern sind zum Teil Kollateralen aus dem Hirnschenkelfuß, zum Teil kommen sie aus dem Tractus striothalamicus; über den Verbleib der efferenten Fasern ist nichts Sicheres bekannt.

Medial schließt sich die Zona incerta (*zoi*) an und leitet hinüber zum Hypothalamus, in dem besonders auffallend zwei scharf begrenzte Markbündel hervortreten, das Vicq d' Azyrsche Bündel oder Tractus mammillothalamicus (*tramatha*) und die Columna fornicis descendens (*colforde*).

Das Vicq d'Azyrsche Bündel entstammt dem in unserem Schnitt nicht mehr getroffenen Corpus mammillare. Es ist im Vergleich zum Menschen beim Kaninchen nur schwach entwickelt und enthält mittelgroße, stark verzweigte Zellen, zu einem äußeren und inneren Kern angeordnet. Im ersteren entspringt der Pedunculus corporis mammillaris, den wir im vorigen Schnitt lateral von der Okulomotoriuswurzel antrafen (Fig. 32 *pecorma*). Er führt wahrscheinlich afferente und efferente Fasern, die sich kaudal und dorsal zu dem am Boden des Aquädukts in der Höhe des Trochleariskerns gelegenen Nucleus dorsalis tegmenti verfolgen lassen. Aus dem inneren Kern kommt einmal das Vicq d'Azyrsche Bündel, durchzieht schräg dorsal und rostral den Hypothalamus und endet im Nucleus anterior des Thalamus. Ferner entsendet der innere Kern des Corpus mammillare das Guddenschen Bündel, Tractus tegmentomammillaris dorsal und kaudalwärts parallel zur Raphe in die Substantia grisea centralis des Mittelhirns.

Die Columna fornicis descendens (*colforde*) endet ebenfalls in dem Corpus mammillare und führt afferente Fasern aus dem Ammonshorn. Über ihren weiteren Verlauf soll im Zusammenhang beim Vorderhirn gehandelt werden.

Der folgende Schnitt (Fig. 35) geht durch das rostrale Ende des Zwischenhirns, von dem nur noch ein kleiner Teil zu erkennen ist. Der Ventrikel (*vedienz*) ist dreimal getroffen. Die dorsale Abteilung, in welche die Tela chorioidea ($techo_1$) hineinhängt, öffnet sich seitlich durch das Foramen interventriculare in den Lateralventrikel (*vela*). Sie wird ventral begrenzt von der Substantia grisea centralis (*sugrce*), die wieder seitlich von der Columna fornicis descendens (*colforde*) flankiert wird. Die mittlere Abteilung des Ventrikels, neben der noch die Stria medullaris (*strme*) getroffen ist, wird von der ventralen, die Verbindung mit dem Infundibulum herstellenden Abteilung getrennt durch die Lamina terminalis, in welcher das kaudale Ende der Commissura anterior (*coa*) getroffen ist.

Von den Kernen des Thalamus lernen wir hier als letzten den Nucleus anterior (*nuatha*) kennen. Er wird durch eine Marklamelle in einen kleineren medialen und einen größeren lateralen Anteil gespalten. Lateral schließt sich an die Formatio reticularis mit dem Nucleus reticularis (*nure*), ventral findet sich noch ein kleiner Zipfel des Nucleus ventralis (*nuvetha*) getroffen.

Wir hätten dann noch vom Zwischenhirn den Dach- und Bodenanhang,

die Epiphyse und Hypophyse zu besprechen, die am besten an medianen Sagittalschnitten untersucht werden (Fig. 28).

Die Epiphyse, Glandula pinealis, Zirbel oder Conarium (*epiph*) präsentiert sich als 6—7 mm langer, drehrunder Strang, der aus einer trichterförmigen Ausstülpung des Zwischenhirndaches hervorgeht in der die, die beiden vorderen Vierhügel trennende Medianfurche unter dem Okzipitalteil der Großhirnhemisphären schräg kaudal und dorsal zieht. Sie ist innig mit der Pia mater

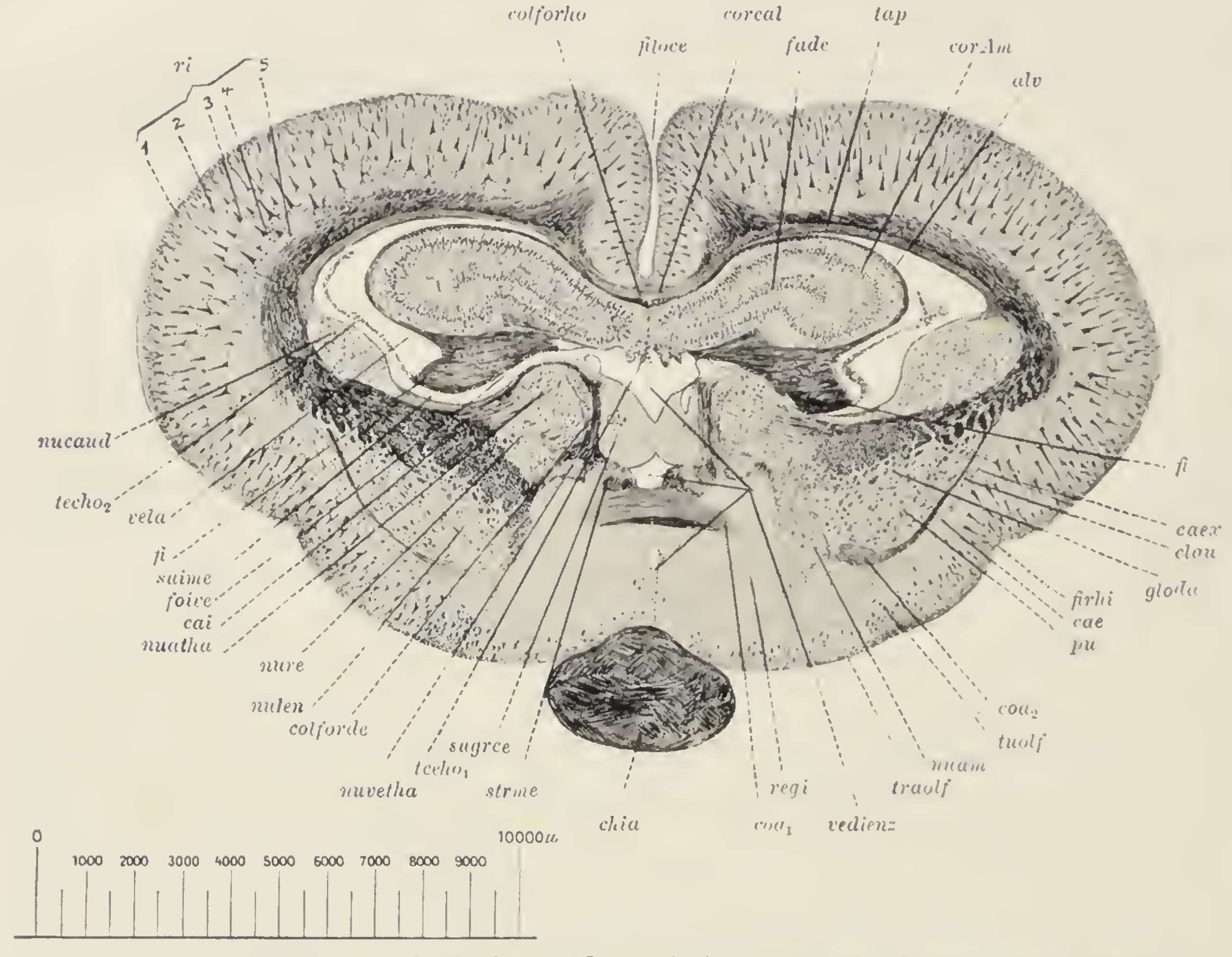


Fig. 35. Gehirn des Kaninchens (Querschnitt durch die Commissura anterior).
filoce Fissura longitudinalis cerebri, *colforho* Columna fornicis horizontalis, *ri* Schichten der Großhirnrinde: *1* Molekularschicht, *2* Schicht der kleinen Pyramidenzellen, *3* Schicht der mittleren Pyramidenzellen, *4* Schicht der großen Pyramidenzellen und *5* Schicht der polymorphen Zellen, *nucau* Nucleus caudatus, $techo_2$ Plexus chorioideus des Seitenventrikels (*vela*), *fi* Fimbria, *suime* Sulcus intermedius, *foive* Foramen interventriculare, *cai* Capsula interna, *nuatha* Nucleus anterior thalami, *nure* Nucleus reticularis, *nulen* Nucleus lentiformis, *colforde* Columna fornicis descendens, *nuvetha* Nucleus ventralis thalami, $techo_1$ Tela chorioidea des dritten Ventrikels (*vedienz*), *sugrce* Substantia grisea centralis, *strme* Stria medullaris, *chia* Chiasma, coa_1 und coa_2 Commissura anterior, *regi* Regio innominata, *traolf* Tractus olfactorius, *nuam* Nucleus amygdalae, *tuolf* Tuberculum olfactorium, *pu* Putamen, *cae* Capsula externa, *firhi* Fissura rhinalis, *glopa* Globus pallidus, *clau* Claustrum, *caex* Capsula extrema, *corAm* Ammonshorn, *alv* Alveus, *tap* Tapetum, *fade* Fascia dentata, *corcal* Corpus callosum.

verwachsen und ihr Ende reißt bei der Entfernung der Dura mater gewöhnlich ab. Am Anfang ziemlich dünn, verdickt sich das Organ später und endet mit einer kolbigen Anschwellung in einem geräumigen intraduralen Hohlraum.

Die die Epiphyse umhüllende Bindegewebsscheide schickt Septen in das Parenchym, welche das letztere in zahlreiche, längs verlaufende Stränge sondern. Mit den Septen dringen Blutgefäße ein und bilden einen ausgedehnten Plexus. Die Parenchymstränge setzen sich zusammen aus polyedrischen Zellen mit großen, ovoiden Kernen und fein azidophil granuliertem Protoplasma. Eine Lichtung

ist in den Strängen nirgends zu erkennen. Mit den Blutgefäßen dringen marklose, aus den sympathischen Geflechten der Hirngefäße stammende Nerven ein und verzweigen sich zu einem dichten die Parenchymstränge umflechtenden Plexus.

Die Epiphyse des Kaninchens ist ein drüsiges Organ mit innerer Sekretion Über ihre Funktion ist wenig bekannt, doch sprechen experimentelle und pathologische Untersuchungen dafür, daß sie einen Einfluß auf die Entwicklung der Keimdrüsen ausübt und zwar in entgegengesetztem Sinne, wie die Hypophyse.

Die Hypophyse oder Glandula pituitaria (Fig. 28 *hypoph*) liegt als kleiner, ovoider Körper mit einem größten Durchmesser von 3—4 mm in der als Sella turcica bezeichneten dorsalen Grube des vorderen Keilbeinkörpers und ist mit dem Infundibulum durch den Hypophysenstiel verbunden, der bei der Herausnahme des Gehirns meistens durchreißt. Sie läßt schon makroskopisch auf dem sagittalen Längsschnitt einen größeren, grauroten Vorderlappen (*volap*) und einen kleineren, weißlichen Hinterlappen (*hilap*) erkennen. In den letzteren reicht die Trichterhöhle als Recessus infundibuli hinein und bildet mehrere kleine, seitliche Ausstülpungen, Recessus hypophyseos. Bei etwas stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß dem Vorderlappen ein schmaler Parenchymstreifen aufsitzt und ihn kaudal und zum Teil auch ventral umfaßt, der Zwischenlappen des Hypophyse (*zwilap*). Bei jungen Tieren wird er vom Vorderlappen getrennt durch die spaltförmige Hypophysenhöhle, bei älteren Tieren verschwindet letztere bis auf geringe Reste. Gegen den Hinterlappen wird der Zwischenlappen durch lockeres, blutgefäßreiches Bindegewebe abgesetzt.

Der Vorderlappen als Abkömmling der ektodermalen Mundbucht besteht aus soliden Zellsträngen. Im Innern liegen sie außerordentlich dicht, während sie peripher weiter getrennt sind und ihre Verzweigung deutlich erkennen lassen. Die Stränge werden getrennt durch zarte Bindegewebssepten und ein außerordentlich reiches Blutgefäßnetz. Die sie zusammensetzenden Zellen sind meist polyedrisch, in der Peripherie auch zylindrisch mit quergestellter Längsachse. Die Zellen enthalten einen kugligen Kern, ihr Protoplasma ist entweder hyalin oder körnig. Die Granulationen sind teils azidophil, teils basophil. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um verschiedene Sekretionszustände einer und derselben Zellart.

Die Hypophysenhöhle oder ihre Reste sind mit einschichtigem Flimmerepithel ausgekleidet. Der sich anschließende Zwischenlappen enthält mehrere Lagen polyedrischer Zellen mit schwach basophiler Körnung. Nicht selten trifft man in ihm kleine, mit kolloider Masse gefüllte Zysten.

Der Hinterlappen der Hypophyse baut sich aus Bindegewebe, Gliazellen und Gliafasern auf. Die Glia, vermischt mit den Ausläufern der den Recessus infundibuli und die Recessus hypophyseos auskleidenden Ependymzellen bildet das ursprüngliche Element, während das Bindegewebe erst später in Begleitung der Blutgefäße eintritt, dann aber jene mehr und mehr verdrängt. Nervenzellen lassen sich im Hinterlappen nicht nachweisen, wohl aber vom Infundibulum her eindringende Nervenfasern.

Experimentelle Forschungen haben ergeben, daß die Hypophyse ein lebenswichtiges Organ ist, dessen operative Entfernung in kurzer Zeit den Tod nach sich zieht. Wird Vorder- und Zwischenlappen nur teilweise entfernt, so tritt eine erhebliche Zunahme des Körperfetts ein mit gleichzeitiger Hypoplasie der

Geschlechtsdrüsen. Wahrscheinlich produzieren Vorder- und Zwischenlappen ein kolloidartiges Sekret, das durch die Lymphspalten des Drüsenteils in den Hirnteil und von hier ins Gehirn gelangt.

Das Vorderhirn, Telenzephalon, wird in seiner Hauptmasse gebildet durch die beiden Hemisphären (Fig. 21 *hem*), zwei eiförmige, mit ihren planen Medianflächen eng aneinanderliegende und hier durch die Fissura longitudinalis cerebri (*filoce*) getrennte Körper. Wir können an jeder Hemisphäre einen spitzen Polus frontalis (*pofro*) und einen abgerundeten Polus occipitalis (*pooc*) unterscheiden. An dem letzteren weichen die medianen Hemisphärenränder spitzwinklig auseinander und lassen in der Tiefe die Corpora quadrigemina (*corquaa* und *corquapo*) erkennen. Von dem Kleinhirn werden die Hemisphären getrennt durch die tiefe Fissura transversalis cerebri. Am Frontalpol lagert sich der Hemisphäre der Bulbus olfactorius (*buolf*) vor. Die beide dorsalwärts trennende Furche setzt sich als Fissura rhinalis (Fig. 22 *firhi*) oder Fovea limbica, wie sie bei niederen Wirbeltieren heißt, auf die Hemisphärenbasis fort und trennt von der Hemisphäre das Rhinenzephalon, Riechhirn, ab und zwar zunächst den Tractus olfactorius (*traolf*), dann den Lobus piriformis (*lopif*). Unmittelbar neben dem Optikus springt der kleine Tuberculum olfactorium (*tuolf*) vor.

Ungefähr in der Mitte ihres Verlaufs zeigt sich in der Fissura rhinalis eine flache Einsenkung, die Fossa Sylvii (*foSy*), von der die seichte Fissura Sylvii (Fig. 21 *fiSy*) rechtwicklig am Hemisphärenrand in die Höhe steigt. Im übrigen ist die Furchung der Hirnoberfläche nur sehr wenig ausgesprochen. Parallel zur Fissura longitudinalis cerebri verläuft der Sulcus occipitalis lateralis (*suocla*) und weiter vorn der Sulcus coronalis (*sucor*). In der Nähe des Okzipitalpols läßt sich noch der Sulcus posterior lateralis (*supola*) erkennen, auch der Sulcus postsylvicus (*suposy*) tritt einigermaßen deutlich hervor.

Um uns die Medianfläche der Hemisphären zugänglich zu machen, trennen wir durch einen Längsschnitt in der Fissura longitudinalis cerebri die beiden Hemisphären voneinander. Es erscheint dann am Boden der Fissur zunächst getroffen der Balken, das Corpus callosum, eine die beiden Hemisphären quer verbindende Markmasse. Auf dem Querschnitt stellt er einen flach sichelartigen Streifen dar, an dem wir das kaudal etwas verdickte Ende als Splenium, den mittleren dünnen Teil als Truncus und das vordere ventral abgebogene Ende als Genu corporis callosi bezeichnen. Der Ventralfläche des Splenium corporis callosi liegt die schmale Marklamelle des Fornix an. Rostralwärts trennt er sich vom Balken und läuft in rostralkonvexem Bogen zunächst ventral, dann ventralkaudal, um in den Hypothalamus einzutreten. Wir können an ihm einen horizontalen Teil, die Columna fornicis horizontalis und einen absteigenden Teil, die Columna fornicis descendens unterscheiden. Das dreieckige Feld zwischen letzterer und dem Balkenknie wird ausgefüllt von dem Septum pellucidum. Ventral liegt unter dem Fornix im Bereich des Splenium corporis callosi der Querschnitt des Ammonshorns, von ersterem getrennt durch einen dünnen Markfaserbelag, den Alveus, der sich rostral zum Psalterium verdickt. Dann folgt der Ventrikel des Dienzephalons, der um den Thalamus rostral und ventral abbiegend durch die Lamina terminalis und durch die in ihr verlaufende Columna fornicis descendens abgeschlossen wird. Unmittelbar vor ihr erscheint

als gut abgegrenzte Markmasse der Querschnitt der vorderen Kommissur, Commissura anterior. Alle diese Einzelheiten bietet uns natürlich auch ein medianer, sagittaler Längsschnitt des Gehirns (Fig. 28).

Weitere Einzelheiten vom Bau des Vorderhirns zeigt uns dann das früher besprochene Präparat zur Freilegung des dritten Ventrikels (Fig. 33). Das Corpus callosum (*corcal*) ist in seinem Knie getroffen und schickt rostralwärts ein Markblatt aus, das sich unter spitzem Winkel mit der Markmasse der Hemisphäre, der Capsula interna (*capi*) vereinigt. An das Balkenknie schließt sich kaudal das Septum pellucidum (*sepel*), in dem die absteigenden Fornixschenkel (*colforde*) im Querschnitt getroffen sind. Dann folgt das Psalterium (*psa*), in flachem, den dritten Ventrikel rostral umziehenden Bogen in die Fimbria fornicis (*fifor*) übergehend. Sie endigt im Alveus des Ammonshorns (*corAm*), das kaudal in den hier zum Teil abgeschnittenen Lobus hippocampi übergeht. In die Öffnung des Ammonshorns lagert sich medial die Fascia dentata (*fade*) ein.

Wir finden in unserem Präparat ferner den Lateralventrikel (*vela*) getroffen. Er beginnt rostral im Stirnhirn, umzieht bogenförmig die median stark vorspringende graue Masse des Nucleus caudatus (*nucau*) und dringt dann um das Ammonshorn herum gegen den Okzipitalpol vor, beschreibt also jederseits einen S-förmigen Bogen. In ihm ist die Tela chorioidea (*techo*) sichtbar.

Unser in Fig. 34 abgebildeter Hirnquerschnitt trifft die Hemisphären etwas hinter dem Splenium corporis callosi. Sie sind beide noch vollkommen getrennt voneinander durch die Fissura longitudinalis cerebri (*filoce*). Am dorsalen und ventralen Hemisphärenumfang markieren sich Sulcus occipitalis lateralis (*suocla*) und Fissura rhinalis (*firhi*). Im Innern einer jeden Hemisphäre erscheint der vom Ependym ausgekleidete Lateralventrikel (*vela*), in den von ventral her die Tela chorioidea ($techo_2$) hineinragt. Medial wird die Ventrikelwand gebildet vom Ammonshorn ($corAm_1$), lateral von der Hirnrinde oder dem Pallium. Dorsal biegt die Rinde in der Fissura longitudinalis cerebri als Area retrosplenialis (*arrespl*) um in die Rinde des Ammonshorns. Medial lagert sich dem letzteren die Fascia dentata ($fade_1$) an. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse am ventralen Pol. Hier schließt sich an die Area temporalis der Rinde (*arte*) in der Gegend der Fissura rhinalis die Area rhinalis (*arrhi*), dann das Subiculum (*sub*) an, das wieder in die Rinde des Ammonshorns ($corAm_2$) überleitet. Ihr liegt dann wieder medial die Fascia dentata ($fade_2$) an. Die beiden Teile des Ammonshorns werden verbunden durch die Fimbria (*fi*), rechterseits bereits von der inneren Kapsel (*cai*) unterbrochen. Die letztere strahlt medianwärts in den Thalamus ein, lateral breitet sich die von ihr ausstrahlende Fasermasse in der Rinde aus und bildet hier einen breiten Streifen weißer Substanz, der vom Ventrikelependym durch einen zarten, etwas heller gefärbten Markstreifen getrennt wird, das Tapetum (*tap*). An das ventrale Ende des letzteren schließt sich der Nucleus caudatus (*nucaud*) an, hier in seiner kaudalen Spitze getroffen.

Ein wesentlich anderes Bild gibt uns der Schnitt der Fig. 35. Dorsal erscheint hier am Boden der Fissura longitudinalis cerebri (*filoce*) der die beiden Hemisphären verbindende Balken (*corcal*), lateral sich in das Tapetum (*tap*) fortsetzend. Unter ihm liegt beiderseits der Mittellinie die quergetroffene Columna fornicis horizontalis (*colforho*) und weiterhin das Ammonshorn (*corAm*) mit der Fascia dentata, dessen beiderseitige Hälften in der Mittellinie aneinanderstoßen.

Er ist äußerlich von einem schmalen Streifen markhaltiger Fasern, dem Alveus (*alv*) umgeben. Dorsal gesellen sich dessen Fasern dem Fornix zu, ventral gehen sie in die in den Seitenventrikel (*vela*) hineinragende Fimbria (*fi*) über, unter der das Foramen interventriculare (*foive*) die Verbindung zwischen Ventrikel des Dienzephalons und Lateralventrikel herstellt.

Der Boden des letzteren ist muldenförmig eingebuchtet durch den die laterale Grenze zwischen Vorder- und Zwischenhirn bezeichnenden Sulcus intermedius (*suime*). Medial von ihm findet sich der Thalamus mit seinem Nucleus anterior (*nuatha*), lateral der kuppenförmig in den Lateralventrikel vorspringende Nucleus caudatus (*nucaud*), ein Teil des Stammganglions des Vorderhirns. Durch die Fasern der Capsula interna (*cai*) wird von der letzteren abgetrennt eine zweite, tiefer gelegene graue Masse, die man in ihrer Gesamtheit als Linsenkern, Nucleus lentiformis (*nulent*) bezeichnet. Seine innere Abteilung, der Globus pallidus (*glopa*) ist noch von zahlreichen Markbündeln durchsetzt, in die äußere, das Putamen (*put*) strahlen die Fasern in feinen Bündelchen ein. Außen wird das Putamen abgeschlossen durch ein dünnes Markbündel, die Capsula externa (*cae*). Sie kommt von der Capsula interna herunter und geht ventral in ein dickeres Bündel schräg getroffener Fasern über (coa_2), das wir auf weiter rostralgelegenen Schnitten in die Commissura anterior (coa_1) verfolgen können. Medial schließt sich an, auf der rechten Seite deutlicher als auf der linken, ein weiterer dem Stammganglion angehöriger Kern, der Nucleus amygdalae (*nuam*). Neben der Capsula interna läuft noch ein weiteres, äußerst feines Markbündelchen, ventralwärts die Capsula extrema (*caex*). Der zwischen beiden gelegene, dünne Streifen grauer Substanz wird als Claustrum (*clau*) bezeichnet.

Die ventrale Partie des Schnittes gehört in ihren lateralen Teilen dem Rhinenzephalon an. An seiner Peripherie zieht sich nach der Fissura rhinalis (*firhi*) hinauf eine Masse quer und schräg getroffener Markfasern, der Tractus olfactorius (*traolf*). Innerhalb der sich anschließenden Riechrinde erscheint als deutliche Anhäufung von Nervenzellen, das Tuberculum olfactorium (*tuolf*).

Wir wollen nun die einzelnen Teile des Vorderhirns kurz besprechen und mit den Kernen beginnen. Das Stammganglion des Vorderhirns das Corpus striatum wird durch die Capsula interna zerlegt in den Nucleus caudatus und den Nucleus lentiformis. Zunächst liegen beide direkt übereinander, späterhin lagert sich mit der rostral fortschreitenden Verkleinerung des Querschnitts der Nucleus caudatus medial, der Nucleus lentiformis lateral. Der letztere zerfällt wieder in Globus pallidus und Putamen. Von weiteren Kernmassen kommen dazu noch der Nucleus amygdalae und das Claustrum. Der Nucleus caudatus erreicht seine größte Ausdehnung rostral von der Commissura anterior und endet hier mit kolbiger Anschwellung, kaudalwärts verdünnt er sich und läuft in eine feine Spitze aus. Er springt auf seinem ganzen Verlauf, zuerst von lateral, dann von ventral her in den Lateralventrikel vor und reicht bis weit ins Okzipitalhirn hinein. Der Nucleus lentiformis tritt nirgends mit dem Ventrikel in Berührung. Sein kaudales Ende liegt unmittelbar vor dem Tractus opticus, er endet also viel früher, als der Nucleus caudatus. Seinen größten Umfang erreicht er ungefähr in der Mitte seines Verlaufs, rostral verschmälert er sich und endet in gleicher Höhe mit dem Nucleus caudatus.

So wenig wir heute noch über die Bedeutung dieses ausgedehnten, uralten

Hirnteils wissen, so wenig ist auch über seine Struktur zu sagen. In den verschiedenen Teilen des Stammganglions finden wir neben mittelgroßen multipolaren Zellen massenhaft kleine, außerordentlich stark verzweigte Nervenzellen, fast vom Aussehen von Gliazellen. Wenn in unseren Golgipräparaten der Neurit einmal gut imprägniert ist, kann man erkennen, daß er sich bald nach seinem Abgang vom Zellkörper in feine Zweige aufsplittert.

In das Stammganglion treten von der Hirnrinde durch die Corona radiata Fasern ein; aus ihm läuft der Tractus striothalamicus kaudalwärts zum Corpus subthalamicum, zu den Kernen des Thalamus und zur Substantia nigra Sömmeringii.

Diejenigen markhaltigen Fasern, welche in der Hirnrinde entspringen oder in ihr endigen, bilden zunächst den Stabkranz, die Corona radiata, drängen sich dann immer dichter zusammen, um als innere Kapsel, Capsula interna das Corpus striatum zu durchbrechen. Von hier aus strahlen sie zum Teil in das Zwischenhirn ein, zum Teil sammeln sie sich als Hirnschenkelfuß und ziehen kaudalwärts weiter. Wir können unter diesen Bahnen kurze und lange unterscheiden. Von den kurzen seien erwähnt die Tractus corticothalamici zu den Kernen des Thalamus, die Sehstrahlung zum äußeren Kniehöcker und die sekundäre Hörbahn zum inneren Kniehöcker. Zu den langen Bahnen, die sämtlich in den Hirnschenkelfuß eintreten, zählen folgende. Die Tractus corticopontini enden in den Brückenkernen, von denen aus die Tractus pontocerebellares zum Kleinhirn weiterführen. Die Tractus corticobulbares lassen sich zum Fazialis- und Hypoglossuskern verfolgen. Besondere Bedeutung beansprucht der Tractus corticospinalis, die Pyramidenbahn. Seine Fasern treten durch den Hirnschenkelfuß in die Brücke, bilden hier die Pyramide, laufen dann an der ventromedialen Ecke des Rhombenzephalons entlang, um beim Übergang ins Rückenmark eine totale Kreuzung zu erfahren. Nach ihrer Kreuzung treten sie in den Lateralstrang ein und enden mit ihren Kollateralen an den Zellen des Ventralhorns.

Das Corpus callosum repräsentiert ein die einzelnen Rindenfelder beider Hemisphären verbindendes Kommissurensystem. Seine Fasern sind Neuriten der Rindenzellen und enden an den Zellen der anderseitigen Rinde.

Die Hirnrinde variiert in ihrem Bau je nach der Gegend des Palliums. Auf diese speziellen Unterschiede kann hier nicht eingegangen werden, wir wollen uns beschränken auf die Wiedergabe eines allgemeinen Bauschemas. Wir unterscheiden zunächst Rindensubstanz und Marksubstanz. Nach Form, Größe und Anordnung ihrer Zellen kann man die Rindensubstanz in 5 verschiedene Schichten einteilen. Unter der Pia liegt zunächst die Molekularschicht (Fig. 35 *ri* 1). Sie enthält im wesentlichen zahlreiche, kleine multipolare Nervenzellen. Ihre stark verästelten Dendriten bilden ein dichtes Flechtwerk, das besonders klar in Methylenblaupräparaten hervortritt. Der Achsenzylinder löst sich schon bald nach seinem Abgang von der Zelle in mehrere Zweige auf.

Die nun folgenden drei Schichten führen sämtlich typisch pyramidenförmige Zellen, die nach der Tiefe zu an Größe fortwährend zunehmen. Man kann so zunächst kleine (2), dann mittlere (3) und schließlich große Pyramidenzellen (4) unterscheiden. Die Pyramidenzellen haben einen dreieckigen Zellkörper mit ventrikelwärts gerichteter Basis und rindenwärts sehender Spitze.

Von der Basis gehen allseitig feinere Dendriten aus, die Spitze verjüngt sich zu dem Stammdendriten, der zunächst seitliche Ästchen abgibt, senkrecht gegen die Hirnoberfläche ansteigt und früher oder später in zwei oder mehrere, gablig sich teilende Äste zerfällt, welche sich innerhalb der Molekularschicht verzweigen. Von der Zellbasis geht auch der Neurit ab, umgibt sich bald mit einer Markscheide und dringt in die Markschicht ein. Auf diesem Weg entsendet er seitliche Kollateralen, die sich noch innerhalb der Rindensubstanz verzweigen. Zwischen die mittleren und großen Pyramidenzellen schiebt sich an vielen Stellen der Rinde noch eine Schicht kleiner Pyramidenzellen ein.

Auf die großen Pyramidenzellen folgt die Schicht der polymorphen Zellen (5). Sie enthält zum Teil typische Pyramidenzellen, zum Teil spindlige oder dreieckige Zellkörper, deren Neurit sich bald aufsplittert.

Die Markfasern strahlen aus der Marksubstanz in feinen radiären Bündeln in die Rindensubstanz ein. Zwischen diesen Markstrahlen dehnt sich ein Flechtwerk feinster markhaltiger Fäserchen aus, das sich in der Gegend der großen und mittleren Pyramidenzellen zu zwei konzentrischen Streifen, dem inneren und äußeren BAILLARGERschen Streifen verdichtet. Schließlich treffen wir in der Molekularschicht dicht unter der Pia noch feinste, markhaltige Fasern, parallel zur Rindenoberfläche verlaufend, die Tangentialfasern.

Jede Pyramidenzelle ist umgeben von einem dichten Flechtwerk feinster Fäserchen, das dem Zellkörper unmittelbar aufliegt und jedenfalls die Endausbreitung afferenter Nervenfasern darstellt.

An gliösen Elementen ist die Rinde ziemlich arm, nur unmittelbar unter der Pia findet sich ein dichtes Gliafasernetz, von dem Ausläufer bis in die Rindenmitte vordringen. Dagegen sind die Fasern der Marksubstanz wieder reichlich von Gliafasern umsponnen.

Das Ammonshorn ist zusammen mit der Fascia dentata ein Teil der Hirnrinde, der, wie wir später sehen werden, in naher Beziehung zum Riechapparat steht, im Laufe der Phylogenese eine weitgehende Einrollung erfahren hat und dadurch zum Teil in das Gehirn hinein versenkt ist. Es tritt in seiner vollen Entwicklung erst bei den Säugetieren auf, fehlt den Vögeln vollständig, läßt sich aber in seinen Anfängen bereits bei den Reptilien nachweisen. Hier grenzen Ammons- und Dentataformation als zwei äußere Rindenbezirke unmittelbar aneinander. Bei der beginnenden Einrollung schiebt die erstere die letztere zunächst vor sich her, dann trennen sich beide so, daß nun die Dentataformation die Ammonsformation hackenförmig umfaßt. Bei niederen Säugern läuft das Ammonshorn am ganzen Hemisphärenrand entlang, bei höherstehenden Formen wird es durch den sich immer stärker ausbreitenden Balken kaudalwärts verdrängt.

Das Ammonshorn besteht ganz wie die übrige Rinde aus Rindensubstanz und Marksubstanz. Die erstere setzt sich ohne Unterbrechung in die Hirnrinde fort; die letztere, der Alveus, spaltet sich in eine oberflächliche und eine tiefe Schicht und geht in die Fimbria über. Die beiderseitigen Fimbrien kreuzen unter dem rostralen Teil des Balkens und schicken dann ihre Fasern in die absteigenden Fornixschenkel.

Auf einem Schnitt durch das Ammonshorn haben wir zunächst unter dem Epithel des Lateralventrikels (Fig. 34) die markhaltigen Fasern des Alveus (1), dann folgt das Stratum oriens (2), das entsprechend der fünften Rindenschicht

polymorphe Zellen enthält. Nun kommen entsprechend den Rindenpyramiden die Pyramiden des Ammonshorns (3). Sie liegen mit ihren Körpern in 3 bis 4 Lagen dicht nebeneinander. Der Körper ist entweder pyramidenförmig mit gegen den Alveus sehender Basis oder spindlig. Von der Basis gehen zahlreiche, feine Wurzeldendriten aus und verästeln sich im Stratum oriens, die Zellspitze zerfasert sich besenartig, ihre Dendriten enden im Stratum moleculare, wo sie rechtwinklig abbiegen. Jede Pyramidenzelle schickt einen Neuriten als markhaltige Faser in den Alveus. Über den Pyramidenspitzen breitet sich eine Lage quergeschnittener Markfasern aus, das Stratum medullare medium (4), in der sich auch kleine Nervenzellen nachweisen lassen. Dann folgt das Stratum moleculare (5). Es enthält neben den Dendriten der Pyramidenzellen noch kleine, sternförmige Zellen mit bald sich aufsplitternden Neuriten.

In der Fascia dentata entsprechen den Pyramidenzellen die Körnerzellen (II). Die kleinen, kugligen Zellkörper sind wieder zu mehreren Lagen angeordnet. Jeder sendet in das überliegende Stratum moleculare (III) ein Dendritenbüschel und vom anderen Zellende einen Neuriten, der zunächst in die Schicht der polymorphen Zellen (I) eintritt und dort zahlreiche Kollateralen abgibt. Dann sammeln sich die Neuriten zu einem Strang, der um das Ende des Ammonshorns in dessen Pyramidenschicht umbiegt, unmittelbar über den Pyramidenkörpern entlang zieht und seine Fasern zu dessen Zellen schickt. Die polymorphen Zellen der Fascia dentata sind klein, ihre Dendriten verzweigen sich in der Schicht selbst, der Neurit zeigt entweder das gleiche Verhalten oder er verzweigt sich um die Körnerzellen.

Die beiderseitigen Ammonshörner stehen in Verbindung miteinander durch das unter dem Balken gelegene Psalterium, in dem die Fasern der Fimbrien kreuzen. Hier finden sich auch eingelagerte Kernmassen. Aus ihm dringen die Fasern, den Balken durchsetzend in den Fornix ein und treten mit den absteigenden Fornixschenkeln in das Corpus mammillare ein.

Rostral schließt sich an die Großhirnhemisphäre der Bulbus olfactorius (Fig. 21 und 22 *buolf*) als ungefähr eiförmiger Körper. Beide Bulbi werden durch die Fissura longitudinalis getrennt und von den Hemisphären durch eine tiefe Furche abgesetzt, deren Fortsetzung auf der Basis die Fissura rhinalis (*firhi*) bildet. Sie verläuft lateroventral bis gegen den Okzipitalpol und trennt das Rhinenzephalon vom Telenzephalon. Zunächst geht aus dem Bulbus olfactorius der Lobus olfactorius (*loolf*) hervor, der sich kaudalwärts zum Lobus piriformis (*lopi*) verdickt. Auf seiner Oberfläche tritt als schmaler Längsstreifen der Tractus olfactorius hervor, außerdem lateral vom Sehnerven das Tuberculum olfactorium (*tuolf*).

In den Bulbus olfactorius treten von der Riechschleimhaut her die Fasern des Riechnerven ein, primäre Riechbahn. Aus den Zellen des Bulbus entwickelt sich die sekundäre Riechbahn, deren Fasern im Tractus olfactorius zur Rinde des Lobus olfactorius und piriformis verlaufen. Aus deren Zellen entspringt dann die tertiäre Riechbahn. Sie umfaßt einmal den Tractus olfactohabenularis zum Ganglion habenulae, der in der Stria medullaris verläuft, dann den Tractus olfactomesencephalicus oder das basale Riechbündel zum Corpus mammillare und schließlich den Tractus olfactocorticalis zum Ammonshorn, welches das Zentrum für den Geruchsinn darstellt.

In seinem feineren Bau zeigt der Bulbus olfactorius ziemlich einfache Verhältnisse. Auf seiner äußeren Oberfläche wird er überzogen von den Fila olfactoria (Fig. 36 *fiolf*), Bündeln markloser Nervenfasern, die als zentrale Ausläufer der Riechzellen aus der Riechschleimhaut der Nase kommen. Sie treten in die zweite Schicht ein, welche die Glomeruli olfactorii (*gloolf*) enthält, kuglige Körperchen mit einem Durchmesser von 100—150 μ. In jeden Glomerulus treten mehrere Riechnervenfasern ein und splittern hier in feine Ästchen auf.

Auf die Glomerulusschicht folgt das Stratum moleculare (*stramo*) mit den Pinselzellen (*pize*). Es sind kleine Zellen mit nur wenigen, aber größtenteils starken Dendriten, von denen ein jeder in einen Glomerulus eintritt und sich hier in einen Riechpinsel auflöst. Der Neurit verläuft zur Körnerschicht und wird zu einer Faser der vorderen Kommissur. Die Pinselzellen finden sich nicht ausschließlich in der Molekularschicht, sondern auch zwischen den Glomeruli, diesen oft innig angelagert.

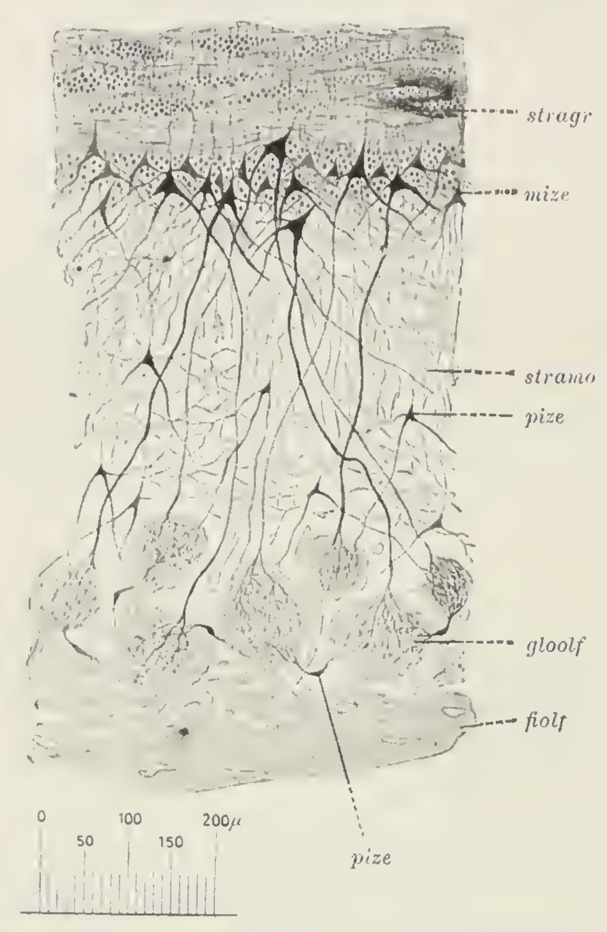


Fig. 36. Bulbus olfactorius des Kaninchens (Querschnitt).
fiolf Schicht der Riechnervenfasern, *gloolf* Glomeruli olfactorii, *stramo* Stratum molekulare, *pize* Pinselzellen, *mize* Mitralzellen, *stragr* Stratum granulosum.

Die vierte Schicht ist die der Mitralzellen (*mize*). Diese für den Bulbus olfactorius charakteristischen Elemente liegen in mehreren Reihen locker nebeneinander. Der große, meist dreieckige Zellkörper entsendet zunächst eine Anzahl feinerer, in der Molekularschicht sich verzweigender Dendriten, außerdem mehrere dicke Dendriten, welche die Molekularschicht durchsetzen und in je einem Glomerulus mit einem Riechpinsel enden. Der gewöhnlich recht kräftige Neurit tritt in entgegengesetzter Richtung in die Körnerschicht und wird zu einer Faser des Tractus olfactorius.

Nach innen schließt sich an die Körnerschicht oder Stratum granulosum (*stragr*) mit netzförmig verflochtenen Nervenfaserbündeln. In den Netzmaschen liegen Gruppen von Körnerzellen. Von dem kleinen Zellkörper geht außer mehreren kürzeren Fortsätzen ein langer Ast nach außen in die Molekularschicht, wo er sich in kurze Seitenzweige auflöst. Da ein Neurit an diesen Zellen nicht nachzuweisen ist, werden sie zumeist als gliöse Elemente aufgefaßt.

Nach innen folgen schließlich noch Traktusfasern und das Ventrikellumen umgebende marklose Fasern.

Die Glomeruli umgeben rostral den Bulbus allseitig, kaudalwärts verschwinden sie zunächst auf der lateralen, dann auf der medialen und schließlich auf der ventralen Fläche und wir kommen in das Gebiet des Lobus olfactorius. In ihm verengt sich der im Bulbus relativ weite, blindgeschlossene Ventrikel zu einem ganz engen Spalt, an dessen lateraler Seite ein wohlabgegrenztes Faser-

bündel liegt, das sich kaudalwärts in die Commissura anterior verfolgen läßt. Die ventrale Peripherie nimmt der Tractus olfactorius ein mit einer lateralen und einer medialen Abteilung. Die Fasern der ersteren enden an den in ihrer Form an die Pyramiden des Ammonshorns erinnernden Zellen des Lobus olfactorius und Lobus piriformis, die Fasern der medialen Abteilung im Tuberculum olfactorium.

Noch wäre kurz auf die Commissura anterior einzugehen. Wie unsere Fig. 35 zeigt, läßt dieselbe eine dorsale, breitere, blasse und eine ventrale, dunklere, schmale Abteilung erkennen. Die erstere wendet sich im Bogen rostralwärts und gelangt neben dem Ventrikel in den Lobus und Bulbus olfactorius, stellt also eine Verbindung dieser beiderseitigen Organe dar. Wahrscheinlich rekrutieren sich ihre Bündel hauptsächlich aus den Neuriten der Pinselzellen. Die ventrale Abteilung der Kommissur verläuft dagegen in flachem Bogen lateralwärts und erscheint dann (Fig. 35 coa_2) ventral vom Putamen schräg getroffen. Hier steht sie in Verbindung mit der Capsula externa und ihre Fasern strahlen in den Lobus piriformis und die angrenzenden Hemisphärenteile aus.

c) Die Hüllen des zentralen Nervensystems.

Gehirn und Rückenmark werden umhüllt und von der Schädelkapsel bzw. dem Wirbelkanal getrennt durch drei bindegewebige Hüllen, Dura mater, Arachnoidea und Pia mater. Die Dura liegt dem Knochen an, die Pia dem Zentralorgan, beide werden verbunden durch die Arachnoidea.

Die Dura mater besteht aus zwei Blättern, deren äußeres das innere Periost von Schädelkapsel und Wirbelkanal bildet. Das innere Duralblatt dringt in die Fissura longitudinalis cerebri und als Tentorium cerebelli in die Fissura transversalis cerebri. Beide Blätter werden verbunden durch lockeres Bindegewebe. Das letztere enthält an manchen Stellen venöse Plexus und ist von einem Spaltensystem durchsetzt, das besonders am Rückenmark hervortritt und als Intraduralraum bezeichnet wird. Da, wo es am Gehirn zur Bildung venöser Sinus kommt, weichen die beiden Duralblätter auseinander und schließen den Sinus zwischen sich. Beide Blätter bestehen aus zu dicken Bündeln vereinigten Bindegewebsfasern. Dazwischen liegen elastische Fasernetze.

Mit der Arachnoidea ist die Dura durch spärliche Bindegewebsbälkchen verbunden. Sie liegt ihr meistens eng an, so daß der zwischen beiden befindliche, von platten Epithelzellen ausgekleidete Subduralraum nur ein kapillärer Spaltraum ist, gefüllt mit Liquor cerebrospinalis. Er steht durch die die bebetreffenden Nerven umgebenden Duralscheiden in offener Verbindung mit den Lymphräumen der Schleimhaut, des inneren Ohres und des Bulbus. Die Arachnoidea ist weit lockerer als die Dura. Ihre Bindegewebsbündel bilden ein lockeres Maschenwerk, sie sind von umspinnenden Fasern umgeben und von Epithelzellen umkleidet. Diese Hohlräume bilden in ihrer Gesamtheit den Subarachnoidealraum. Er ist ebenfalls mit Liquor cerebrospinalis gefüllt und kommuniziert durch drei Öffnungen im Dach des Ventrikels des Rhombenzephalons, eine mediane, die Apertura medialis oder Foramen Magendie und zwei seitliche, Aperturae laterales oder Foramina Luschkae mit dem Ventrikelsystem des Gehirns. Außen verdichtet sich das Balkenwerk der Arachnoidea zu einer dichteren Grenzschicht, innen geht es in die Pia über.

Die Pia mater besteht aus einem am Rückenmark derberen, am Gehirn zarteren, lockeren Bindegewebe, das zahlreiche Bindegewebszellen umschließt. Am Rückenmark dringt sie in die Fissura longitudinalis ventralis ein und ist in der Ebene einer jeden austretenden Wurzel durch die Arachnoidea hindurch mit der Dura durch das Lig. denticulatum verbunden.

Die Telae chorioideae sind Ausstülpungen oder Zottenbildungen der Pia in die Hirnhöhlen hinein. Mit der Pia dringt auch immer etwas Arachnoidealgewebe in sie ein und mit ihm ein Gefäßbäumchen. Ventrikelwärts ist die Tela überzogen von der hier auf ein einfaches, kubisches Epithel reduzierten Hirnwand. In den Zellen trifft man Lipoid- und Pigmentkörnchen und daneben azidophile Granulationen, die in das Sekret übergehen. Das Sekret des Epithels ist der Liquor cerebrospinalis, eine wasserhelle, ganz schwach alkalische Flüssigkeit.

7. Das peripherische Nervensystem.

Von den Zerebrospinalganglien haben wir die Spinalganglien schon in ihrer Lage und ihren Verbindungen bei der Besprechung des Rückenmarks kennen gelernt. Jedes Spinalganglien wird umgeben von einer bindegewebigen Kapsel und durchsetzt von den Nervenbündeln der Dorsalwurzel (Fig. 19 *spiggl*); zwischen den Bündeln liegen die Nervenzellen von kugliger Form und verschiedener Größe. Die größten haben einen Durchmesser von 50—60 μ. Der Kern ist groß und bläschenförmig, Der Zelleib enthält feine, oft staubförmige Tigroidschollen. Jede Zelle ist wieder umgeben von einer dünnen, bindegewebigen Kapsel. Zwischen die letztere und den Zellkörper drängen sich kleine Zellen ein, die Amphizyten. Die Spinalganglienzellen sind zum überwiegenden Teil unipolar. Der ziemlich starke Fortsatz entspringt von einer kegligen Erhebung des Zellkörpers, dem Ursprungskegel, bildet innerhalb der Kapsel mehrere Schlingen und durchbricht dann die letztere. Dabei setzen sich die Amphizyten als SCHWANNsche Scheide auf ihn fort, innerhalb deren sehr bald auch die Markscheide auftritt. In verschiedener Entfernung von der Zelle teilt sich der Fortsatz gablig oder **T**-förmig. Der eine Teilast verläßt das Ganglion als Dorsalwurzelfaser, der andere als periphere, sensible Spinalnervenfaser.

Jedes Spinalganglion steht durch einen Ramus communicans in Verbindung mit einem sympathischen Ganglion des Grenzstrangs. Auf diesem Wege gelangen marklose Fasern in das Spinalganglion und zerzweigen sich intrakapsulär um den Körper der Nervenzellen. Wie wir bald sehen werden, gelangen aber durch diese Rami communicantes auch umgekehrt markhaltige und zwar aus den Ventralwurzeln stammende Fasern in die sympathischen Ganglien.

Außer den ausgebildeten unipolaren enthalten die Spinalganglien immer auch zahlreiche kleinere Zellen, an denen sich noch kein Fortsatz nachweisen läßt. Sie stellen vielleicht latente embryonale Formen dar, zum Ersatz für untergehende Zellen dienend.

Von den zerebralen Ganglien sind das Ganglion semilunare des Trigeminus, das Ganglion geniculi der Fazialis, das Ganglion superius und petrosum des Glossopharyngeus und das Ganglion jugulare und nodosum des Vagus nach dem Schema des Spinalganglions gebaut, doch enthalten sie neben unipolaren

auch bipolare Zellen. Ausschließlich aus letzteren bestehen, wie wir früher sahen, die Ganglien des Akustikus.

Zu den sympathischen Ganglien gehören im Gebiet der Hirnnerven das Ganglion ciliare, sphenopalatinum, oticum und submaxillare. Im Hals findet sich an der Teilungsstelle der A. carotis communis das Ganglion cervicale superius. Es entsendet rostralwärts Geflechte um die Karotiden, kaudalwärts den N. sympathicus zu dem neben dem Schlund in der Höhe der A. subclavia gelegenen Ganglion cervicale inferius. Durch mehrere Rami communicantes mit den Spinalganglien der Halsnerven verbunden entsendet es ein Geflecht um die A. subclavia und die Nn. cardiaci zum Plexus cardiacus, während es durch den Stamm des N. sympathicus mit dem Ganglion thoracale primum in Verbindung tritt. Von dem letzteren geht dann der Truncus sympathicus oder Grenzstrang aus, läuft jederseits neben der Wirbelsäule an der hinteren Bauchwand entlang und schwillt entsprechend den Spinalganglien an zu 12 Ganglia thoracalia, 7 Ganglia lumbalia, 4 Ganglia sacralia und 2 Ganglia coccygea. Schließlich fließen die beiderseitigen Stämme in dem unpaaren, vor dem dritten Schwanzwirbel gelegenen Ganglion coccygeum infimum zusammen.

Zu diesen Ganglien des Grenzstrangs gesellen sich dann die sympathischen Ganglien der Eingeweide. Der Plexus cardiacus mit dem Ganglion cardiacum liegt zwischen Aorta und A. pulmonalis, erhält die Rami cardiaci aus dem Ganglion cervicale inferius, dem ersten Thorakalganglion und dem Vagus und gibt die mit zahlreichen Ganglien besetzten Plexus coronarii des Herzens und den Plexus pulmonalis zur Lunge ab. Der Plexus coeliacus umgibt den Ursprung der gleichnamigen Arterie aus der Aorta descendens, nimmt aus dem achten Ganglion thoracale den N. splanchnicus auf und entsendet Geflechte, die mit den Arterien zu Magen, Darm, Leber, Pankreas und Milz gelangen. Der Plexus renalis liegt medial vom Nierenhilus, nimmt einen Ast des N. splanchnicus auf und schickt seine Zweige zu Niere und Nebenniere. Der Plexus spermaticus zieht sich entlang der A. spermatica zu Hoden und Nebenhoden bzw. zum Ovarium. Der besonders beim weiblichen Tier stark ausgebildete unpaare Plexus hypogastricus versorgt Uterus, Vagina, Mastdarm, Harnblase und äußere Genitalien.

Die Zellen der sympathischen Ganglien sind von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, sie enthalten nicht selten zwei Kerne und stets gröbere, peripher in den Zellkörper eingelagerte Tigroidschollen. Man kann unter ihnen motorische und sensible Zellen unterscheiden. Die ersteren haben einen rundlichen Zellkörper, sie entsenden mehrere kräftige Dendriten und einen Neuriten als marklose Nervenfaser zur glatten Muskulatur der Eingeweide. Der Körper der sensiblen sympathischen Zellen ist mehr gestreckt, die von ihm abgehenden Dendriten sind sehr lang. Sie verzweigen sich entweder um andere Nervenzellen oder dringen als marklose Fasern in das Parenchym der Organe, um hier frei zu enden, stellen also efferente Fasern der Ganglien dar. Der Neurit umgibt sich meist mit einer dünnen Markscheide und umgreift mit einem Endkorb die Zelle eines zweiten Ganglions.

In den sympathischen Ganglien enden zahlreiche markhaltige Nervenfasern. Sie entstammen zum Teil, wie wir eben sahen, den Ganglien selbst, zum Teil, und das gilt von den dickeren Markfasern kommen sie aus dem Rückenmark

und zwar von Zellen des Ventralhorns, gelangen durch die Ventralwurzeln in die Rami communicantes und von hier in den Sympathikus, wo sie um die Zellen in korbartigen Geflechten enden.

Jeder periphere Nerv wird äußerlich von einer Bindegewebsscheide, dem Epineurium umhüllt. Es schickt längsverlaufende Septen in das Innere, welche die Fasermasse in dickere sekundäre Bündel zerlegen. Jedes der letzteren wird unter dem Epineurium noch von einer Perineuralscheide umhüllt, bestehend aus konzentrischen Bindegewebslamellen, die zahlreiche Zellen enthalten und sich deshalb bei passender Färbung (Pikrofuchsin oder Pikroindigokarmin) sehr gut von dem Epineurium abheben.

Diese Perineuralscheide dringt nun wieder mit längsgestellten Septen in das Innere des sekundären Bündels ein und zerlegt es in primäre Bündel. Die das letztere zusammensetzenden Nervenfasern werden durch Bindegewebe getrennt, dessen Gesamtheit man als Endoneurium bezeichnet. Dabei wird ganz ähnlich, wie beim sekundären Bündel jede Nervenfaser noch von einer besonderen Scheide, der Endoneuralscheide umgeben und besteht weiterhin aus SCHWANNscher Scheide, Markscheide und Achsenzylinder.

Bei seinem peripheren Vordringen zerfällt der Nerv zunächst in sekundäre Bündel, die sich später weiter teilen, immer aber von einer Perineuralscheide umgeben sind, so lange, bis sich der Nervenast in seine einzelnen Fasern auflöst.

Von den Endigungen der peripherischen Nerven zeigen die motorischen analoge Verhältnisse wie bei Vögeln und Reptilien, wo sie in allen Einzelheiten beschrieben werden sollen. Zu ihrer Untersuchung eignet sich vor allem die vitale Methylenblaufärbung. Man wähle möglichst dünne Muskeln z. B. die Bauchmuskeln. Noch bessere Resultate ergibt das Zwerchfell.

Für das Studium der sensiblen Nervenendigungen wählen wir die Schleimhaut des harten Gaumens. Sie bildet, wie wir später sehen werden, quergestellte Falten, welche von einem hohen, verhornten geschichteten Plattenepithel überzogen sind. Das Epithel dringt mit dicken Zapfen in die Propria vor (Fig. 37). In der letzteren (*pro*) verlaufen zahlreiche Stämmchen markhaltiger Nervenfasern (*nst*), welche zunächst einen weitmaschen Plexus bilden, aus dem dann feine Stämmchen gegen das Epithel vordringen. Sie gelangen in die die Epithelzapfen trennenden Proprialeisten und geben zahlreiche Seitenzweige ab, die sich in den mittleren und tieferen Epithellagen verzweigen und frei zwischen den Zellen enden (*fre*). Der Hauptstamm gelangt bis in die oberflächlichen Epithelschichten, wo er kurze, quere Seitenzweige abgibt, die mit einer kleinen Verdickung zwischenzellig enden (*ev*).

Außer diesen freien, intraepithelialen Endigungen finden sich aber auch zahlreiche, innerhalb der Propria gelegene Endigungen in besonderen Endkörperchen. Diese nach ihrem Entdecker gewöhnlich als KRAUSEsche Körperchen bezeichneten Gebilde (*krkö*) sind von sehr variabler Form, kolbig, walzig bis lang wurstförmig. In ihrem Bau erinnern sie an die VATER-PACINIschen Körperchen, denen wir in der Haut der Taube begegnen werden, sind aber wesentlich kleiner als jene. Das Körperchen wird von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt, auf die mehrere, äußerst dünne konzentrische Lamellen folgen. Zwischen Kapsel und Lamellen sind immer zahlreiche, auffallend große Kerne eingeschaltet. Die Nervenfaser tritt nach Verlust ihrer Markscheide in die Achse des Körper-

chens ein und endet entweder mit einer schwachen Verdickung oder bildet eine Schleife. Der Achsenzylinder ist mit einem dünnen, kernlosen Protoplasmabelag dem Innenkolben umgeben. Außer in der Mundhöhle trifft man die Körperchen in der Konjunktiva, in der Haut des Penis und der Klitoris.

Gleichsam als Zwischenstufe zwischen freien intraepithelialen und umkapselten Nervenendigungen haben wir in unserem Präparat noch die MERKELschen Körperchen (*merkö*). Sie liegen in den tiefsten Schichten des Epithels. Am Ende der Epithelzapfen stößt man vielfach auf Zellen, die durch ihre

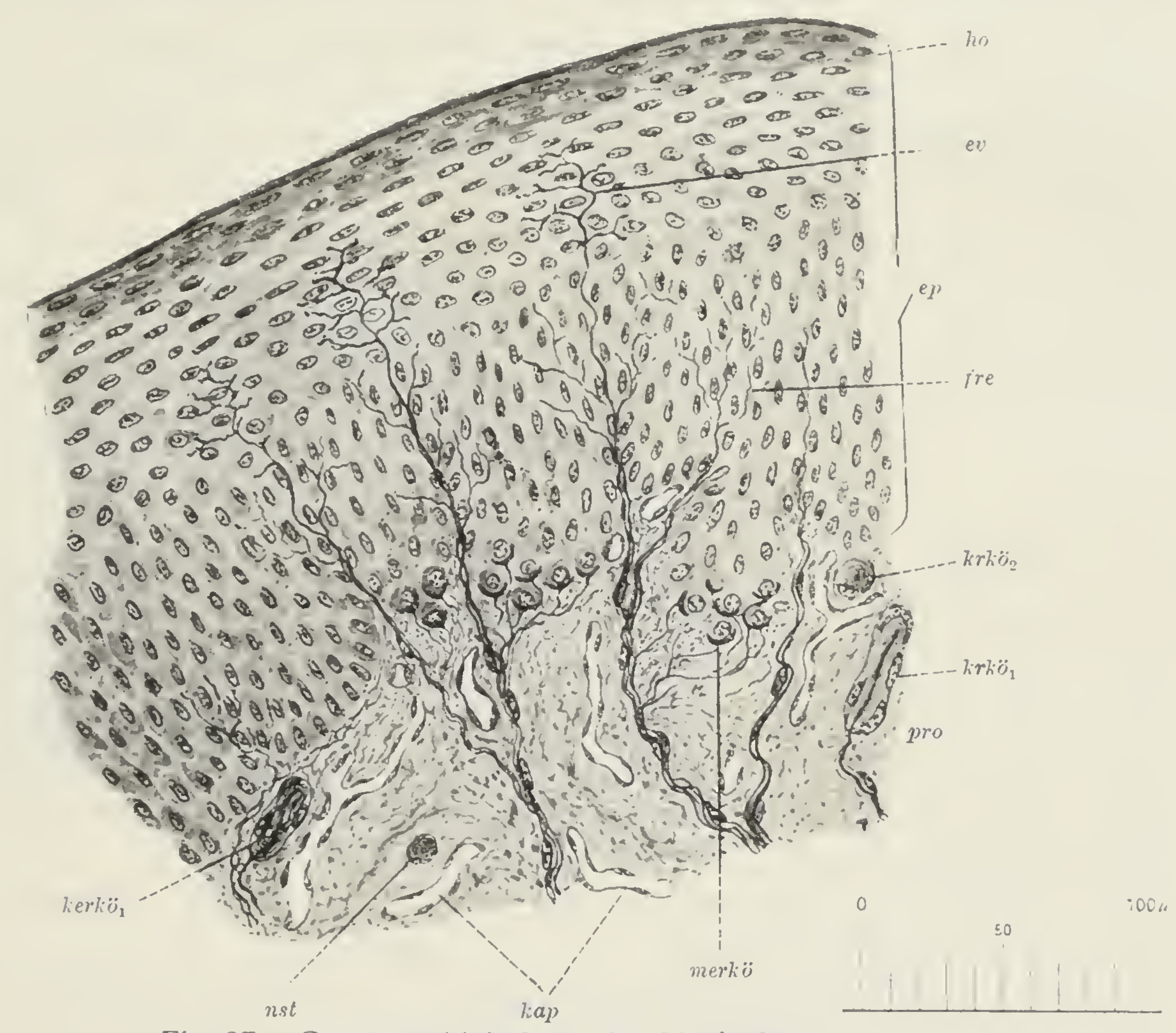


Fig. 37. Gaumenschleimhaut des Kaninchens.
ep Epithel, *ho* dessen Hornschicht, *ev* Endverästelung der Nervenfaser, *fre* freie intraepitheliale Endigung, $krkö_1$ Krausesches Körperchen im Längsschnitt, $krkö_2$ Krausesches Körperchen im Querschnitt, *pro* Propia, *merkö* Merkelsches Körperchen, *kap* Blutkapillaren, *nst* Nervenstämmchen im Querschnitt.

kuglige Form und ihren großen Kern sich von den umgebenden Zylinderzellen abheben. Die Methylenblaufärbung zeigt uns, daß zu jeder solchen Zelle eine Nervenfaser tritt und in ein schalen- oder napfartiges Gebilde ausläuft, den Tastmeniskus. In ihn lagert sich die Zelle ein, wie die Eichel in ihr Näpfchen. Denken wir uns ein solches Körperchen aus dem Epithelverband losgelöst, in die Propria verlagert und mit einer Bindegewebskapsel umgeben, so haben wir die einfachste Form eines Endkörperchens vor uns, wie sie ganz ähnlich auch bei den Vögeln auftreten.

8. Die Muskulatur.

Die Muskeln des Stammes und der Extremitäten sind zu kleineren und größeren Gruppen angeordnet, die durch Faszien getrennt werden, derben,

bindegewebigen, aus mehreren Schichten bestehenden Membranen. Jede Schicht setzt sich aus parallel verlaufenden Bindegewebsbündeln zusammen mit zwischengelagerten Netzen elastischer Fasern.

Jeder einzelne Muskel wird umhüllt von dem Perimysium externum. Seine Bindegewebsbündel sind zumeist längsgerichtet und von elastischen Fasern umsponnen. In die Muskelmasse schickt es anastomosierende Längssepten. Sie werden in ihrer Gesamtheit als Perimysium internum bezeichnet, zerlegen den Muskel zunächst in gröbere Sekundärbündel und dann in feinere Primärbündel. Im Perimysium verlaufen die aus den gröberen Gefäßen abzweigenden Äste, teilen sich vielfach und gelangen schließlich in die Primärbündel.

Jedes primäre Muskelbündel besteht aus einer wechselnden Anzahl von quergestreiften Muskelfasern, deren jede, wenigstens in den kürzeren Muskeln die ganze Muskellänge durchsetzt. Die Muskelfaser ist ein zylindrischer Strang von rundlichem Querschnitt, dessen Durchmesser im allgemeinen auch mit der Dicke des Muskels wächst. So sind die Fasern des M. sternohyoideus nur höchstens 50 μ dick, während man im M. adductor magnus Fasern von 100 μ antrifft. Jede Faser läuft an beiden Enden keilförmig zugespitzt aus und geht hier in die Ursprungs- bzw. Endsehne über. Sie setzt sich zusammen aus den quergestreiften Muskelfibrillen, die wieder die Faser ihrer ganzen Länge nach durchziehen. Im fixierten Präparat liegen die Fibrillen dicht nebeneinander. Der Faserquerschnitt erscheint entweder gleichmäßig fibrilliert oder die Fibrillenmasse wird durch unregelmäßige Spalten zerklüftet. Ganz andere Bilder liefert der Querschnitt der frischen, nicht fixierten Faser. Hier wird die Faser durchzogen von einem feinen Netzwerk, das dem Sarkoplasma angehört und in seinen Maschen die Muskelfibrillen umschließt. Jede Masche enthält immer mehrere Fibrillen, deren Durchmesser ungefähr 0,2 μ beträgt. Die Gesamtheit der innerhalb einer Sarkoplasmamasche gelegenen Fibrillen bezeichnen wir als ein Muskelsäulchen, so daß also die Fibrille das primäre, das Säulchen das sekundäre Element der Muskelfaser darstellt. An der Faserperipherie vereinigen sich die Sarkoplasmasepten zu einer die Faser umhüllenden, protoplasmatischen Membran, dem Sarkolemma. Unmittelbar unter dem letzteren liegen die länglichen Muskelkerne. Sie dringen bei den Säugetieren viel seltner, als bei niederen Wirbeltieren in das Faserinnere vor; eine Ausnahme machen die Augenmuskeln, deren Fasern auch einen beträchtlich höheren Sarkoplasmagehalt aufweisen, wie die der Skelettmuskeln (sarkoplasmareiche und sarkoplasmaarme Muskeln).

Schon bei makroskopischer Präparation zeigen sich beim Kaninchen auffallende Färbungsunterschiede an den Muskeln, so ist z. B. der M. adductor magnus ein blasser, der M. semitendinosus ein auffallend roter Muskel. Diese Färbungsunterschiede sind begründet in der Zahl und Anordnung der Blutgefäße im Muskel. Jede Muskelfaser wird umsponnen von einem Netzwerk von Blutkapillaren mit langgezogenen Maschen.

Einen weiteren Bestandteil des Muskels machen die Muskelspindeln aus. Wir finden sie beim Kaninchen mit Ausnahme der Kehlkopf- und Augenmuskeln in allen Muskeln, aber stets nur in recht geringer Zahl. Es sind langgestreckte, spindlige Gebilde von wechselnder Länge und Dicke. Sie liegen im Perimysium

internum (Fig. 38) *muspi*) und sind umgeben von einer lamellären, von Flüssigkeit erfüllten Scheide. An einem Ende der Spindel treten eine oder auch mehrere Muskelfasern ein, durchsetzen die Spindel der Länge nach, um am anderen Ende wieder auszutreten. Auf diesem Wege teilt sich die Faser mehrmals dichotomisch, die Zweige anastomosieren und vereinigen sich später wieder zu einer einfachen Faser, so daß in der Spindelachse ein lang gezogenes Netzwerk muskulöser Balken entsteht. Die Kerne des Muskelbalken liegen stets zentral und rücken an manchen Stellen sehr dicht zusammen. In jede Spindel treten sowohl motorische, als sensible Nervenfasern ein. Die ersteren enden mit typischen Endplatten, die letzteren bilden langgestreckte, stark verzweigte Endapparate um die Muskelbalken herum. Die Spindelkapsel wird innen von verzweigten Zellen ausgekleidet, deren Ausläufer miteinander anastomosierend das Spindelinnere durchsetzen.

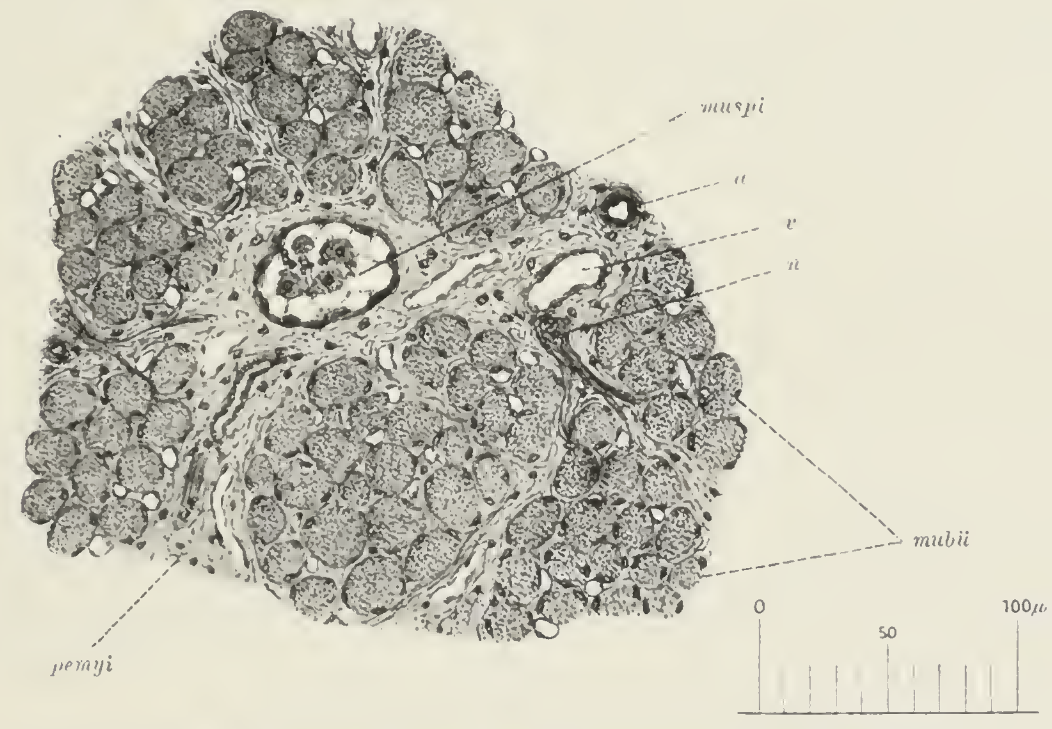


Fig. 38. M. sternohyoideus des Kaninchens (Querschnitt).
pemyi Perimysium internum, *mubii* primäre Muskelbündel, *muspi* Muskelspindel, *a* Arterie, *v* Vene, *n* Nervenstämmchen.

Die Muskelspindeln stellen Organe dar, die dem Muskelsinn angehören. Es sind perzeptorische Endapparate, welche die Zentralorgane über den Kontraktionszustand der betreffenden Muskeln orientieren.

Mit dem Ort ihres Ursprungs und ihrer Anheftung sind die Muskeln durch Sehnen verbunden, außerordentlich variabel gestalteten Bindegewebssträngen, die von einer lockeren, bindegewebigen Membran, dem Peritenonium umgeben sind. Die von ihm ausgehenden Längssepten zerlegen die Sehne in immer kleiner werdende Bündel. Die primären Sehnenbündel enthalten die Sehnenfasern, Bündel kollagener Fasern, umscheidet von Zellen mit flügelartigen Fortsätzen, den Sehnenkörperchen. Jede Sehnenfaser durchsetzt die Sehne ihrer ganzen Länge nach und ist mit dem zugespitzten Ende der Muskelfaser durch eine Kittsubstanz fest verbunden. In den Sehnen bilden die Blutkapillaren innerhalb der Septen langgezogene Maschen. Die primären Bündel sind gefäßfrei. Sensible Nervenfasern enden innerhalb der Sehne in den GOLGIschen Sehnenspindeln.

9. Die Verdauungsorgane.

a) Die Mundhöhle.

Die Mundhöhle des Kaninchens bildet einen 60—70 mm langen Hohlraum, der die Form eines liegenden Kegels hat mit seitlich komprimierter Wandung und zum größten Teil von der Zunge ausgefüllt wird. Rostralwärts öffnet sich die Mundhöhle in der Mundspalte nach außen, kaudalwärts wird sie durch den Arcus glossopalatinus und das Gaumensegel vom Pharynx getrennt. Wir können an ihr Dach, Seitenwände und Boden unterscheiden.

Das Mundhöhlendach, der Gaumen zerfällt wieder in den harten und weichen Gaumen, die sich in ihrer Länge ungefähr gleichkommen. Der harte Gaumen, Palatum durum (Fig. 16 *padu*) bildet die rostrale Hälfte des Mundhöhlendaches, trennt die Mundhöhle von der Nasenhöhle und besitzt in seinem kaudalen Drittel als knöcherne Grundlage ein von dem Proc. palatinus des Maxillare und der Pars horizontalis des Palatinums gebildete feste Knochenbrücke, vor der das durch eine straffe, bindegewebige Membran verschlossene Foramen incisivum liegt. Kaudalwärts setzt sich der harte in den weichen Gaumen, Palatum molle (*pamo*) fort, er trennt die Mundhöhle von der Choane (*choa*) und endet kaudalwärts frei in dem Gaumensegel, Velum palatinum, (*vepa*) das seitlich in den Arcus glossopalatinus übergeht.

Die den Gaumen überziehende Schleimhaut legt sich im Bereich des harten Gaumens in 15—16 Querfalten. Ihre Länge nimmt von vorn nach hinten allmählich zu. Seitlich enden die Falten entsprechend dem inneren Rand des Oberkiefers scharf abgeschnitten. In ihrer Mitte zeigt jede Falte eine rostral offene, winklige Abknickung, so daß eine mediane Längsfurche, der Sulcus medianus palatinus entsteht. Zwischen der rostralsten Falte und den oberen Nagezähnen bleibt eine nicht eingebuchtete, glatte Schleimhautpartie übrig, in der beiderseits von der Medianlinie ein halbmondförmiger Schlitz sichtbar wird, die Mündung des Canalis incisivus oder nasopalatinus (*cain*).

Die letzte Falte entspricht dem kaudalen Rand des knöchernen Gaumens und bezeichnet somit den Anfang des weichen Gaumens, dessen freie Oberfläche vollkommen glatt und faltenlos ist. Der Sulcus medianus palatinus ist anfangs noch schwach sichtbar, verstreicht jedoch sehr bald.

Seitlich wird das Mundhöhlendach begrenzt von der Pars lateralis des Zwischenkiefers, an welche sich kaudalwärts der Alveolarfortsatz des Oberkiefers mit den Backzähnen und die Pars sagittalis des Palatinums anschließt. Die Schleimhaut ist in dieser Gegend völlig glatt und faltenlos und geht seitlich in die Oberlippe bzw. Backe über.

Die Seitenwände der Mundhöhle werden von den Backen gebildet, die rostralwärts am Mundwinkel in die Lippen übergehen, zwei die Mundspalten umsäumende Hautfalten. Während die Unterlippe kontinuierlich den Unterkieferrand umzieht, zeigt die Oberlippe in der Mitte einen senkrechten Spalt, die sogen. Hasenscharte, welche die beiden oberen Nagezähne hervortreten läßt. Beide Hälften heften sich mit einem dünnen Frenulum an das Nasenseptum fest. Die behaarte Haut der Lippen schlägt sich auch noch auf den freien Lippenrand über, um an der inneren Lippenkante der Mundhöhlenschleimhaut Platz zu machen. Nur am Mundwinkel setzt sich die behaarte Haut auch weiter in die

Mundhöhle selbst fort und erstreckt sich in Form eines langen Streifens auf die Innenfläche der Backe. Zwischen der Lippeninnenfläche und der eigentlichen Mundhöhle bleibt ein durch den freien Kieferrand bzw. die Zähne nach innen abgeschlossener Spaltraum, das Vestibulum oris.

Der tief ausgehöhlte Mundboden wird vollkommen bedeckt von der Zunge, die nur in ihrem rostralen Drittel frei ist, während sie in den beiden kaudalen Dritteln fest mit dem Mundboden verwachsen ist. Die kaudale Hälfte des Organs ist, eingeengt durch die medianwärts vorspringenden Backzähne, schmal und stark gewölbt. Vor dem ersten Backzahn verbreitert sich die Zunge, um dann in eine stumpfe Spitze auszulaufen. An der Zungenoberfläche kann man zwei scharf voneinander abgesetzte Hälften unterscheiden. Die Hinterzunge zeigt eine glatte, die Vorderzunge eine matte, samtartige Oberfläche. Beide Teile grenzen sich durch eine nach vorn konvexe Bogenlinie voneinander ab. Das samtartige Aussehen der Vorderzunge wird dadurch hervorgerufen, daß sie besetzt ist mit feinen, spitzauslaufenden und außerordentlich dicht stehenden Erhebungen, den Papillae filiformes. Auf der Hinterzunge sind die Papillen kürzer und breiter und stehen weiter auseinander, Papillae fungiformes. Der Zungengrund ist im allgemeinen frei von Papillen, zeigt nur jederseits von der Mittellinie zwei größere, ungefähr 1 mm im Durchmesser haltende, kreisrunde und durch eine zirkuläre Furche gegen die übrige Zungenoberfläche abgesetzte Papillae vallatae. Unmittelbar vor ihnen liegt am Seitenrand des Zungengrundes jederseits eine Papilla foliata. Sie hat eine Länge von 5—6 mm und eine Breite von 2—3 mm und besteht gewöhnlich aus 12 querverlaufenden, durch tiefe, schmale Furchen getrennten Blättern.

Von Zähnen besitzt das erwachsene Kaninchen jederseits im Oberkiefer 2 Schneide- oder Nagezähne, 3 Prämolaren und 3 Molaren, im Unterkiefer 1 Nagezahn, 2 Prämolaren und 3 Molaren. Seine Zahnformel lautet demnach: $i\frac{2}{1}\ prm\frac{3}{2}\ m\frac{3}{3}$. Die oberen Schneidezähne sitzen im Körper der Intermaxillare und zwar ein großer vorn, ein kleiner dicht hinter ihm. Der große obere Schneidezahn erreicht eine Länge von 25 mm und stellt ein nahezu halbkreisförmiges vierseitiges Hohlprisma dar mit meiselförmig abgeschrägtem Vorderende. Auf seiner konvexen Oberfläche verläuft eine tiefe, mediane Längsrinne. Der untere Schneidezahn ist 30 mm lang, schwächer gekrümmt und ohne Rinne.

Die oberen Backzähne sitzen im Proc. alveolaris des Oberkiefers, von den Schneidezähnen durch eine 30 mm lange, zahnfreie Strecke getrennt. Am längsten sind die Mittelzähne, am kürzesten ist der letzte Molar. Wie die Schneidezähne besitzen sie eine flache Krümmung mit medianer Konvexität. Auf der konkaven Außenfläche verläuft eine seichte Längsrinne. Der Querschnitt ist rechteckig, nur beim ersten Prämolar dreieckig. Die leicht abgeschrägte Kaufläche besitzt eine mediane und zwei seitliche Leisten, welche zwei flache Gruben begrenzen. Im Zahninnern entspricht der medianen Leiste ein längsverlaufendes Septum, das von der konkaven Außenfläche ausgehend die Pulpahöhle unvollständig in zwei Hälften teilt (Fig. 39 I).

Die unteren Backzähne sitzen in der Pars buccalis des Unterkiefers. Auch sie zeigen eine flache Krümmung, die Konvexität sieht aber umgekehrt, wie bei den oberen Backzähnen nach außen. Der erste Prämolar ist der dickste, die

hinteren werden immer dünner. Er trägt auf seiner Außenfläche zwei Längsrinnen. Ihnen entsprechen zwei Längssepten, von denen das kaudale zur Medianfläche durchgeht und die Pulpahöhle in zwei vollkommen getrennte Kammern zerlegt. Die zweite Längsrinne springt ebenso wie eine dritte auf der rostralen Seitenfläche verlaufende nur wenig in die rostrale Pulpakammer vor (Fig. 39 III). Der zweite Prämolar und die Molaren besitzen nur eine tiefe Längsfurche auf der Außenfläche und eine seichte auf der Medianfläche. Das zwischen beiden Furchen sich ausspannende Septum besteht aus zwei an ihrem Grunde vereinigten Blättern, so daß der ganze Zahn aus zwei an ihrer Medianfläche miteinander verbundenen Halbzylindern sich zusammensetzt (Fig. 39 II).



Fig. 39. Drei Querschnitte durch Kaninchenzähne. *I* Erster oberer Molar, *II* erster unterer Molar, *III* erster unterer Prämolar.

Die Grundlage der Mundhöhlenschleimhaut bildet eine an den meisten Stellen außerordentlich mächtige, bindegewebige Propria, die sich von der unterliegenden Submukosa nirgends scharf abgrenzen läßt. Das die Propria deckende Mundhöhlenepithel ist ein hochgeschichtetes Plattenepithel, das in der Wangengegend eine größte Dicke von 400—500 μ erreicht. Es springt mit starken Zapfen in die Propria und zeigt in seinen oberflächlichsten Zellschichten Verhornung (Fig. 442 *ep*).

Die Mundhöhlenschleimhaut ist in ihrem rostralen Abschnitt arm an Drüsen, dagegen zeigt die kaudale Hälfte, vor allem im weichen Gaumen, ein mächtiges Lager von Schleimdrüsen, die sich mit zahlreichen kurzen Ausführungsgängen in die Mundhöhle öffnen.

Die Zunge ist ein muskulöser Körper, der durch das dünne, mediane Septum linguae in zwei Hälften zerlegt wird. In den Zungenkörper strahlen von außen her die Mm. hyoglossus, genioglossus und styloglossus ein. Der erste kommt vom Zungenbein und durchsetzt die Zunge mit längsverlaufenden Bündeln, ebenso wie der vom Proc. jugularis des Okzipitale kommende Styloglossus. Der Genioglossus strahlt vom Unterkiefer her senkrecht ein, so daß seine Bündel die der beiden vorigen kreuzen. Die Hauptmasse der Zungenmuskulatur bildet aber der Binnenmuskel der Zunge, der M. lingualis. Seine Bündel verlaufen teils longitudinal, teils transversal, teils sagittal. Ein Querschnitt durch die Zunge ergibt so eine ziemlich regelmäßige Felderung. Größere und kleinere Felder quergeschnittener Bündel werden getrennt durch längsgeschnittene Bündel, teils transversal vom Septum zur Seitenfläche, teils sagittal von der Basis zur Oberfläche verlaufend.

Dieser muskulöse Körper ist allseitig von einer Schleimhaut überzogen, welche an der Zungenbasis in die Mundhöhlenschleimhaut übergeht und dabei im vorderen Teil an der Zungenunterfläche das Frenulum linguae liefert. Das überziehende Epithel ist, wie überall in der Mundhöhle geschichtetes Plattenepithel und am Zungenrücken dicker als an der Seitenfläche. Es senkt sich überall zapfenartig in die Propria. Die Gestalt der Zungenpapillen ist am besten an

Längsschnitten durch das Organ zu erkennen (Fig. 40). Auf der Vorderzunge sitzen die Papillae filiformes (*pafi*), ungefähr 200 μ lang, erheben sie sich mit breiter Basis aus dem Epithel und laufen in eine feine, rostral gebogene Spitze aus. Die ganze Masse der Papille besteht aus Epithel, das in den äußersten Zelllagen verhornt ist. Die Papillae fungiformes der Hinterzunge sind ebenfalls reinzellig. Auf dem Zungengrund ist die Epitheloberfläche uneben, höckerig, auf den Seitenflächen vollkommen glatt.

Die Propria (*pro*) ist nur dünn und läuft in feinere und breitere zwischen den Epithelzapfen aufsteigende Blätter aus. Sie besteht aus zellarmem Bindegewebe und führt zahlreich Blutkapillaren. Auf die Propria folgt unmittelbar die Muskulatur und zwar zunächst eine Schicht longitudinaler Bündel (mu_1), dann folgen

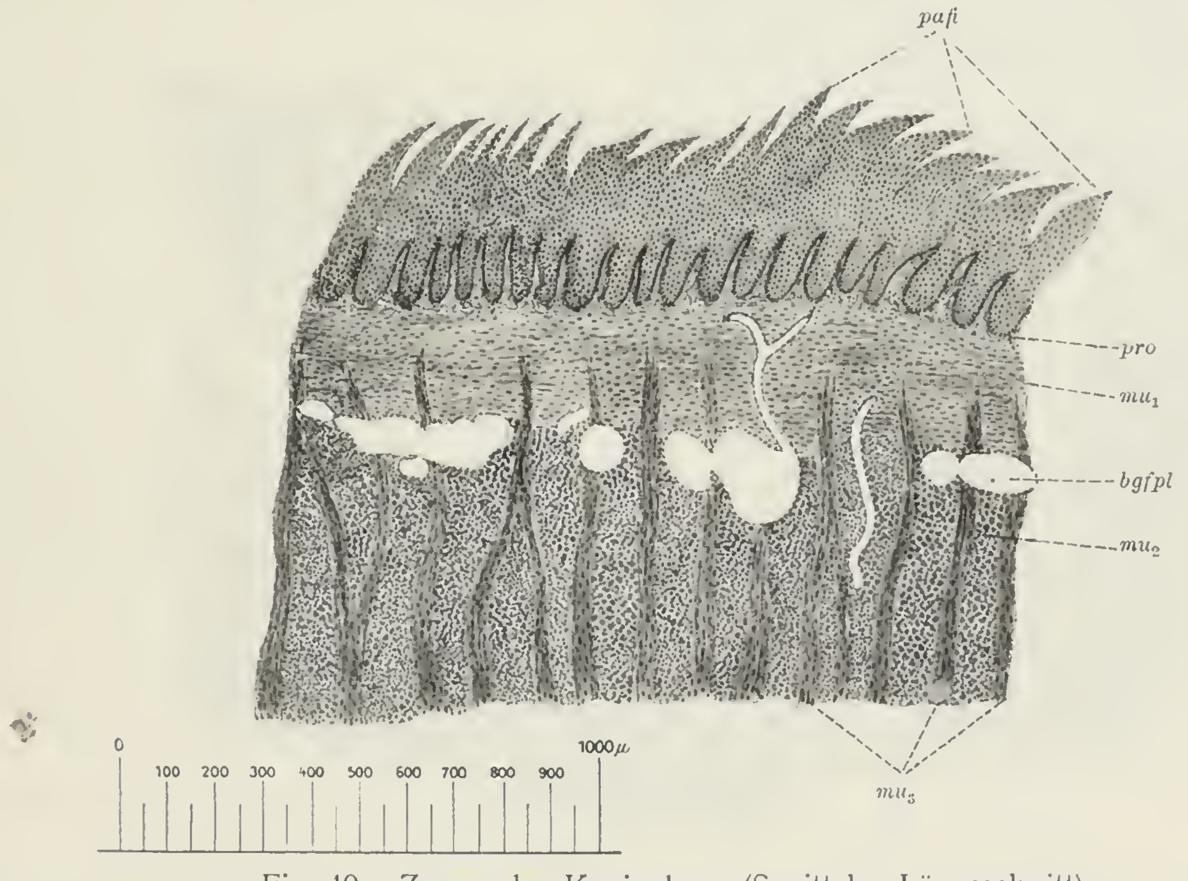


Fig. 40. Zunge des Kaninchens (Sagittaler Längsschnitt).
pafi Papillae filiformes, *pro* Propria, mu_1 longitudinale Muskelbündel, *bgfpl* Blutgefäßplexus, mu_2 transversale Muskelbündel, mu_3 sagittale Muskelbündel.

die transversalen Bündel (mu_2), zwischen denen die sagittalen (mu_3) in die Höhe steigen. An der Grenze zwischen longitudinalen und transversalen Bündeln breitet sich ein ausgedehnter Blutgefäßplexus (*bgfpl*) aus, aus dem die Äste zur Propria steigen.

Die beiden Papillae vallatae erheben sich kaum über das Schleimhautniveau. Sie sitzen auf einem breiten, sich aus der Propria erhebenden, bindegewebigen Grundstock. Der Epithelüberzug ist ziemlich dick. In ihn sind auf der in den Ringgraben sehenden Seitenfläche zahlreiche Geschmacksknospen eingesprengt.

Von den 12 Blättern der Papilla foliata (Fig. 41 *pabl*) haben die mittleren eine Länge von 300—400 μ und eine größte Dicke von 250 μ, kaudal und rostral werden sie allmählich niedriger. Die die Blätter trennenden Rinnen (*ri*) sind sehr eng. Den Grundstock eines jeden Papillenblattes bildet eine Proprialeiste (*prolei*) mit einem weiten Lymphsinus (*lysi*) im Innern. In den Grund

der Rinnen münden zahlreiche Ausführungsgänge (*aufg*) von Drüsen, die als Ebnersche Drüsen (*ebdr*) bezeichnet werden und teils oberflächlich in der Propria, teils tiefer zwischen den Muskelbündeln liegen.

Ganz wie bei den Papillae vallatae, so finden sich auch in den Blättern der Papilla foliata Geschmacksknospen (*kno*), deren Gesamtzahl jederseits ungefähr 7500 beträgt. Die Knospen liegen nur in der Seitenwand der Blätter, mit ihrer Längsachse senkrecht zur Propialeiste. Mit ihrem freien Ende schauen sie in die Rinne zwischen den Blättern. Der eine jede Rinne umgebende Epithelsaum ist zunächst oben einfach, spaltet sich aber dann in zwei Blätter, von denen

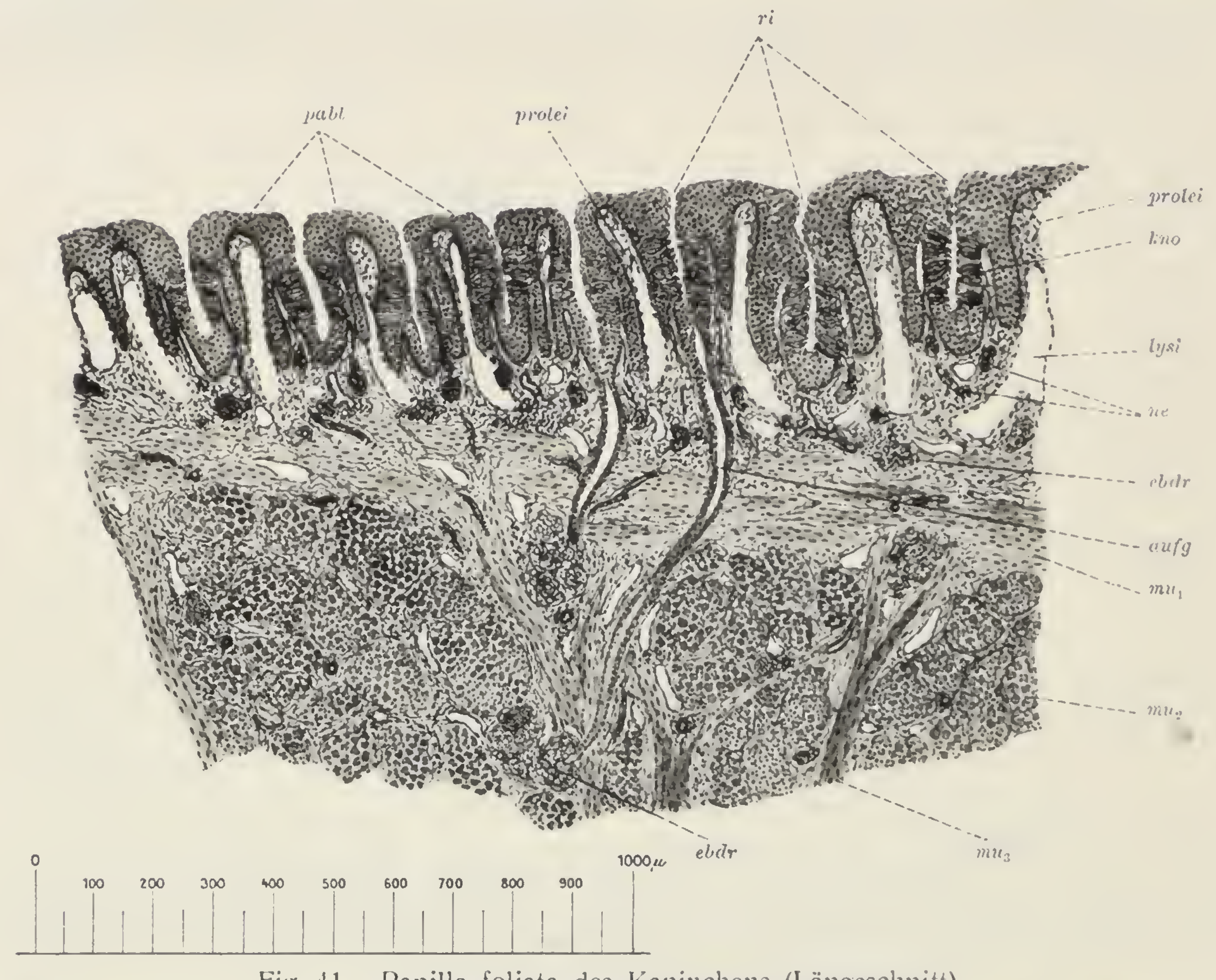


Fig. 41. Papilla foliata des Kaninchens (Längsschnitt).
pabl Papillenblätter, *prolei* Proprialeisten, *ri* Rinnen zwischen den Blättern, *kno* Geschmacksknospen, *lysi* Lymphsinus, *ne* Nerven, *ebdr* Ebnersche Drüsen, *aufg* Ausführungsgang, mu_1 longitudinale Muskelbündel, mu_2 transversale Muskelbündel, mu_3 sagittale Muskelbündel.

das eine frei endet, während das andere mit dem entsprechenden Teil des Nachbarblattes zusammenfließt.

Der feinere Bau einer solchen Geschmacksknospe wird am besten studiert am vital mit Methylenblau gefärbten Objekt. Die Schnitte werden mit Karmalaun nachgefärbt (Fig. 42). Die Knospen haben eine birn- oder zwiebelförmige Gestalt. Die breite Basis sieht nach dem Lymphsinus, von dem sie durch eine schmale Bindegewebslage und das früher erwähnte, knospenfreie Epithelblatt (*epbl*) getrennt wird, die Knospenspitze schaut in die Rinne (*ri*), die sich in Form einer kleinen Grube, Geschmacksporus (*po*) in die Knospenspitze einsenkt. Jede Knospe setzt sich aus dreierlei Zellen zusammen. Im Knospengrund liegen meist in einfacher Schicht die polyedrischen Basalzellen (*baze*) mit

zahlreichen Fortsätzen anastomosierend. Aus diesem Basalzellenpolster erheben sich lange, aber noch relativ breite Stützzellen (*stze*). Ihr distales Ende läuft in der Knospenspitze fein zugespitzt aus, das proximale Ende gabelt sich in mehrere Äste, welche mit den Ausläufern der Basalzellen anastomosieren. Die verdickte Mitte enthält den ovoiden Kern. Zwischen den Stützzellen finden wir dann die dünnen Schmeckzellen (*schmze*). Ihr in der Mitte verdickter Körper enthält einen ovoiden Kern und läuft beiderseits in einen feinen Faden aus. Während sich das proximale Ende zwischen den Basalzellen verliert, trägt das distale Ende ein kurzes Geschmacksstiftchen (*schmst*), mit dem es frei in den Geschmacksporus hineinragt.

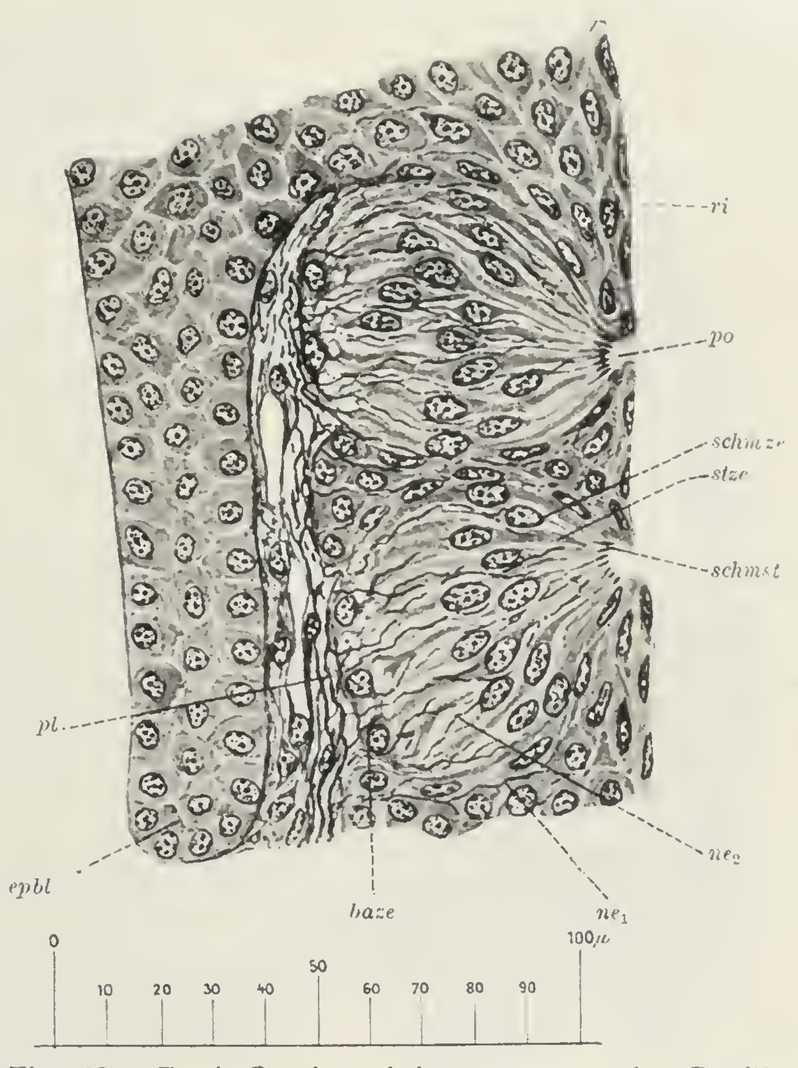


Fig. 42. Zwei Geschmacksknospen aus der Papilla foliata des Kaninchens.
ri Rinne zwischen den Papillenblättern, *po* Geschmacksporus, *schmze* Schmeckzellen, *stze* Stützzellen, *schmst* Geschmacksstiftchen, ne_2 intragemmale Nervenendigungen, ne_1 perigemmale Nervenendigungen, *baze* Basalzellen, *epbl* knospenfreies Epithelblatt, *pl* subgemmaler Nervenplexus.

Die Papilla foliata ist außerordentlich reich mit Nervenfasern versorgt, die einem Ast des N. glossopharyngeus entstammen. Er löst sich in dem Bindegewebe der Papille in dünne, vielfach mit sympathischen Ganglienzellen besetzte Zweige auf. Sie dringen in die Proprialeisten ein und bilden hier unter jeder Knospe einen dichten Plexus (*pl*), aus dem die marklos gewordenen Fasern hervortreten und sich innerhalb der Knospe verzweigen (ne_2). Man kann die Fasern bis in die Knospenspitze verfolgen, wo sie frei enden. Andere Fasern (ne_1) treten aus dem Plexus in das die Knospen umgebende Epithel, splittern sich zwischen den Epithelzellen auf und enden ebenfalls frei.

Drüsen finden sich nur in dem hinteren Teil der Zunge, der vordere ist vollkommen drüsenfrei. Sie treten zuerst ziemlich spärlich am Seitenrand auf, bilden aber späterhin größere Komplexe, welche durch die sagittalen Muskelbündel voneinander getrennt werden. Es sind verzweigte, alveoläre Schleimdrüsen; aus jedem Drüsenkomplex führt ein Ausführungsgang nach der Seitenfläche oder dem Zungenrücken. Besonders reich an Drüsen ist das Gebiet der Papilla foliata. Diese Ebnerschen Drüsen (*ebdr* Fig. 41) unterscheiden sich von den übrigen Zungendrüsen in zweierlei Beziehung, einmal sind sie verzweigt tubulös und dann handelt es sich nicht um Schleim-, sondern um Eiweißdrüsen. Ihre mit niedrig geschichtetem Epithel ausgekleideten Ausführungsgänge öffnen sich in der Tiefe der zwischen den Papillenblättern verlaufenden Rinnen.

Vom feineren Bau der Nagezähne ist nicht viel zu sagen. Der Zahn besteht aus einem die Pulpahöhle umschließenden Hohlprisma aus Dentin, dessen Wand sich proximalwärts mehr und mehr verdünnt (Fig. 17 *incis*). Der Dentinmantel zeigt eine deutliche konzentrische Schichtung und wird durchsetzt von den Dentinkanälchen; sie ziehen von der Pulpahöhle in leicht geschwungenem Verlauf zur äußeren Oberfläche und verdünnen sich dabei, verzweigen sich und enden mit feinsten Ästchen blind. Auf seiner Ventralfläche ist der Dentinmantel von einem dünnen Schmelzbelag überzogen. Da sich der letztere viel langsamer abbeißt, als das weichere Dentin schleift sich die Zahnkrone von vorn nach hinten meiselförmig ab. Der Schmelz setzt sich zusammen aus dünnen, wellig verlaufenden Schmelzprismen; sie durchsetzen die ganze Schmelzdicke.

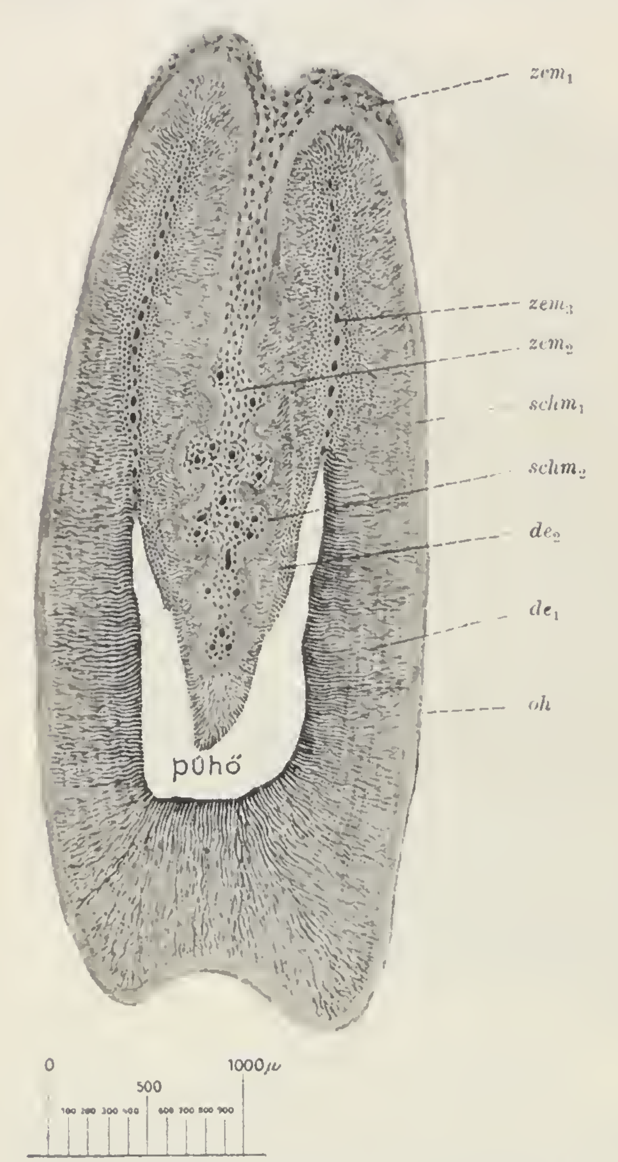


Fig. 43. Oberer Molar des Kaninchens (Querschnitt durch die Zahnmitte). *puhö* Pulpahöhle, de_2 inneres Dentin, $schm_2$ innere Schmelzlamellen, zem_2 inneres Zement, zem_1 äußeres Zement, zem_3 mittleres Zementblatt, $schm_2$ äußerer Schmelzmantel, de_1 äußeres Dentin, *oh* Oberhäutchen.

Etwas komplizierter gestaltet sich der Bau der Backzähne. Wir wählen zur Beschreibung den Querschliff durch die Mitte eines oberen Molaren (Fig. 43). Seine Konfiguration läßt sich so erklären, daß eine Einfaltung von der äußeren Fläche her in das Innere des Zahns stattgefunden hat, an der sich sämtliche Zahnsubstanzen beteiligen. Dadurch entsteht eine weit in die Pulpahöhle (*puhö*) vorspringende Leiste, die auch auf der Kaufläche noch zutage tritt. Die Hauptmasse des Zahns bildet das Dentin (de_1). Bei der Einfaltung wird der Dentinmantel mit eingestülpt und bildet die äußere Oberfläche der inneren Leiste (de_2). Da, wo sich die letztere dem Dentinmantel anlegt, wird sie von ihm getrennt noch durch eine schmale Zementschicht (zem_3), die der Länge nach von Gefäßen durchzogen ist, sich gegen die Krone hin allmählich verbreitert und hier auch Zementkörperchen umschließt.

Außen ist das Dentin allseitig, nicht wie bei den Schneidezähnen einseitig, von einer Schicht Schmelz ($schm_1$) überzogen, die ihre größte Dicke in der Zahnmitte erreicht, distal und proximal sich verjüngt und die Kaufläche freiläßt. Bei der Einfaltung wird auch der Schmelz eingestülpt und erscheint im Innern der Leiste als ein vielfach gefaltetes doppeltes Blatt ($schm_2$). Der Zwischenraum zwischen beiden Schmelzblättern wird ausgefüllt von Zement (zem_2), der also den Grundstock der Leiste ausmacht und sich auch noch auf die Außenkante des Zahns fortsetzt (zem_1). Das Zement hat einen deutlich lamellären Bau und enthält längsverlaufende Gefäßkanäle und Zementkörperchen. Auf den äußeren Seitenflächen verdünnt sich das Zement sehr bald, verliert

seine Zementkörperchen und überzieht dann als feines Oberhäutchen (*oh*) die ganze Oberfläche des äußeren Schmelzmantels.

Außer den früher beschriebenen Drüsen der Zunge und des weichen Gaumens ergießen nun noch eine Anzahl größerer, selbständiger Drüsen ihr Sekret in die Mundhöhle, die man unter dem Sammelnamen der Speicheldrüsen zusammenfaßt. Es sind das die Gl. submaxillaris, Gl. parotis, Gl. infra-



Fig. 44. Gl. submaxilaris des Kaninchens.
lob_1 Sekundäre Drüsenläppchen, lob_2 primäres Drüsenläppchen, $aufg_1$ grober interlobulärer Ausführungsgang, $aufg_2$ feinere interlobuläre Ausführungsgänge, $aufg_3$ intralobuläre Ausführungsgänge, *a* Arterie, *v* Vene.

orbitalis, Gl. sublingualis, Gl. buccalis inferior und die Gl. buccales superiores.

Die Unterkieferdrüse, Gl. submaxillaris, richtiger als Gl. submandibularis zu bezeichnen, liegt am Unterkieferwinkel, dicht neben der Mittellinie auf dem M. omohyoideus und ist außer der Haut nur noch von der Faszie und dem M. submentalis bedeckt, nach deren Durchtrennung sie als 1—2 cm langer, eiförmiger Körper von grauroter Farbe zum Vorschein kommt. Die beiderseitigen

Drüsen stoßen in der Mittellinie zusammen; an ihrer äußeren Kante verläuft die V. facialis anterior, auf ihrer Ventralfläche der R. submentalis der A. maxillaris externa. Lösen wir die Drüse von median her los und schlagen sie lateralwärts um, so kommt an ihrem rostralen Ende der Ausführungsgang, der Ductus submaxillaris zum Vorschein. Er tritt aus der Dorsalfläche der Drüse hervor, verläuft direkt rostral, kreuzt zunächst die V. submentalis und dann die A. maxillaris externa und gelangt zum Mundhöhlenboden, wo er dicht neben dem Frenulum linguae mündet.

Die Drüse wird von einer dünnen, bindegewebigen Kapsel umhüllt und läßt schon makroskopisch sehr deutlich eine Zusammensetzung aus zahlreichen polyedrischen Läppchen erkennen. Ihrem histologischen Bau nach ist sie eine zusammengesetzte, verzweigt alveoläre Drüse. Der Ductus submaxillaris spaltet sich bald nach seinem Eintritt in die Drüse in zahlreiche Äste, aus deren

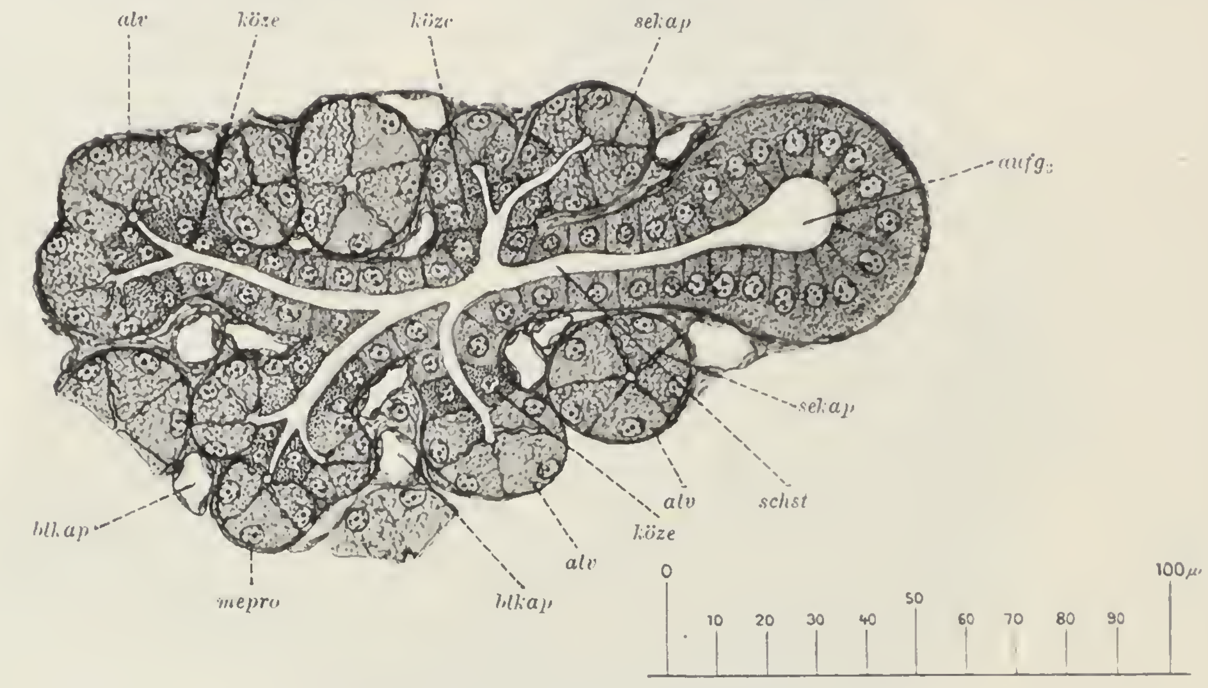


Fig. 45. Gl. submaxillaris des Kaninchens.
aufg$_3$ intralobulärer Ausführungsgang, *schst* Schaltstück, *köze* Körnerzellen, *alv* Alveolen, *sekap* Sekretkapillaren, *mepro* Membrana propria, *blkap* Blutkapillaren.

Teilung die groben interlobulären Ausführungsgänge hervorgehen. Unsere Fig. 44 zeigt einen Teil eines Läppchens (*lob*$_1$), das sich wieder aus zahlreichen kleineren primären Läppchen (*lob*$_2$) zusammensetzt, die zum Teil nur unvollständig durch bindegewebige Septen getrennt werden. Die groben, interlobulären Ausführungsgänge (*aufg*$_1$) verlaufen, von Arterien (*a*) und Venen (*v*) begleitet, zwischen den sekundären Drüsenläppchen und senden von Stelle zu Stelle Seitenzweige (*aufg*$_2$) in die letzteren hinein, die zunächst zwischen den primären Läppchen verlaufen und dann in die letzteren selbst eindringen. Diese intralobulären Gänge (*aufg*$_3$) treffen wir gewöhnlich in der Ein- oder Zweizahl im Innern eines jeden primären Läppchens.

Jeder intralobuläre Ausführungsgang (Fig. 45 *aufg*$_3$) zerfällt in eine größere Anzahl von Schaltstücken (*schst*), an denen dann, wie die Beeren am Stiel die kugligen oder auch etwas länglich ausgezogenen Alveolen (*alv*) hängen.

Während der Ductus submaxillaris von einem zweischichtigen Zylinderepithel ausgekleidet wird, haben wir in den groben interlobulären Gängen ein einfaches Zylinderepithel, dem nach außen eine bindegewebige Membrana

propria aufliegt. In den feinen interlobulären und den intralobulären Gängen (Fig. 45 *aufg*$_3$) lassen diese hohen Zylinderzellen in ihrer proximalen Hälfte eine sehr deutliche Längsstreifung, die HEIDENHAINschen Stäbchen erkennen. Um die letztere gut zu erhalten, müssen die Präparate äußerst sorgfältig behandelt werden, sonst schrumpfen sie sehr stark. Paraffineinbettung liefert in dieser Beziehung weniger gute Resultate als Gefrierschnitte.

Beim Übergang in die Schaltstücke verengt sich das Lumen zuerst, um sich dann wieder schwach zu erweitern. Die Schaltstücke sind ausgekleidet von einfachen, kubischen Zellen, die beim Übergang in die Alveolen mehr zylindrisch werden und mit feinen Körnchen erfüllt sind. Diese Körnerzellen (*köze*) sind nicht immer gut erhalten. Sie präsentieren sich am besten, wenn man kleine Stückchen der frischen Drüse in 2%iger Osmiumsäure fixiert, welche die Körnchen intensiv bräunt. Es handelt sich hier wahrscheinlich um die Vorstufe eines besonderen Sekretbestandteils.

Die Drüsenalveolen (*alv*) werden ausgekleidet von konischen Zellen. Der kuglige oder ellipsoide Kern liegt stets der Zellbasis dicht an. Der Zellkörper zeigt einen exquisit wabigen Bau. An Schnitten durch die frische Drüse sind die Waben von blassen Sekretkörnern erfüllt, die aber durch unsere gebräuchlichen Fixationsmittel nicht oder doch nur sehr mangelhaft konserviert werden. Die Unterkieferdrüse des Kaninchens stellt eine rein seröse Drüse dar. Ihr Sekret ist eine wasserhelle, leicht tropfbare, schleimfreie Flüssigkeit.

Zwischen die Zellen der Alveolen erstrecken sich vom Alveolarlumen aus feine, meist leicht geschlängelte, blind endigende Kanälchen, die Sekretkapillaren (*sekap*). Sie treten am schönsten bei Eisenhämatoxylinfärbung hervor.

Die Alveolen sind umgeben von einer zellhaltigen Membrana propria (*mepro*), die sich von den intralobulären Gängen und den Schaltstücken auf die Alveolen fortsetzt. Jede Alveole wird umgeben von einem weitmaschigen Netz von Blutkapillaren.

Die Ohrspeicheldrüse, Gl. parotis liegt vor dem äußeren Gehörgang unter der Haut und erstreckt sich von der Wurzel des knorpligen Gehörgangs am hinteren Rand des M. masseter herab bis zur Unterkieferdrüse. Mit ihrem oberen Ende deckt sie den Austritt des N. facialis aus dem Foramen stylomastoideum. Die Parotis ist beträchtlich umfangreicher als die Submaxillaris. Ihr Ausführungsgang, der Ductus parotideus tritt aus der medialen Drüsenfläche hervor und läuft mit den Zweigen des Fazialis und der A. transversa faciei zusammen auf der Lateralfläche des Masseter direkt rostralwärts. Am rostralen Rand des Muskels dringt er in die Wangenschleimhaut ein und mündet in der Höhe des letzten oberen Backzahns in die Mundhöhle.

Die Parotis ist wie die Submaxillaris eine zusammengesetzte, verzweigt alveoläre Drüse, zeigt aber im einzelnen eine ganze Anzahl von Abweichungen im feineren Bau, so daß man beide Drüsen im Schnitt kaum miteinander verwechseln kann. Die Lappenbildung tritt bei der Parotis noch weit stärker hervor, als bei der Submaxillaris, dadurch, daß die die Lappen trennenden Bindegewebssepten außerordentlich stark entwickelt sind. In ihnen finden sich an vielen Stellen Lymphfollikel, die sich zu kleinen Lymphdrüsen zusammenschließen können. Bezüglich der Verzweigung herrscht derselbe Typus, wie in der Submaxillaris, doch ist die Stäbchenstruktur der inter-

und intralobulären Gänge nur sehr wenig ausgesprochen. Körnerzellen fehlen. Die Alveolen sind kleiner und stärker in die Länge gezogen. Der Kern liegt in der tätigen Zelle mehr in der Zellmitte. Sekretkapillaren sind ebenfalls vorhanden. Die Parotis ist also auch eine rein seröse Drüse.

Der Gl. infraorbitalis sind wir bereits bei der Besprechung des Orbitalinhalts begegnet. Sie liegt im rostralen Winkel der Augenhöhle dicht oberhalb des Jochbogens und schmiegt sich in die Ausbuchtung ein, welche der letztere mit dem Proc. sphenoorbitalis des Oberkiefers bildet. Außen wird sie von dem unteren Augenlid bedeckt und grenzt dorsal an die HARDERsche Drüse, von ihr durch die Membrana orbitalis getrennt. Die Drüse ist wesentlich kleiner als die Submaxillaris und schickt ihren Ausführungsgang direkt ventral zur Wangenschleimhaut. Er mündet lateral vom letzten oberen Backzahn in die Mundhöhle.

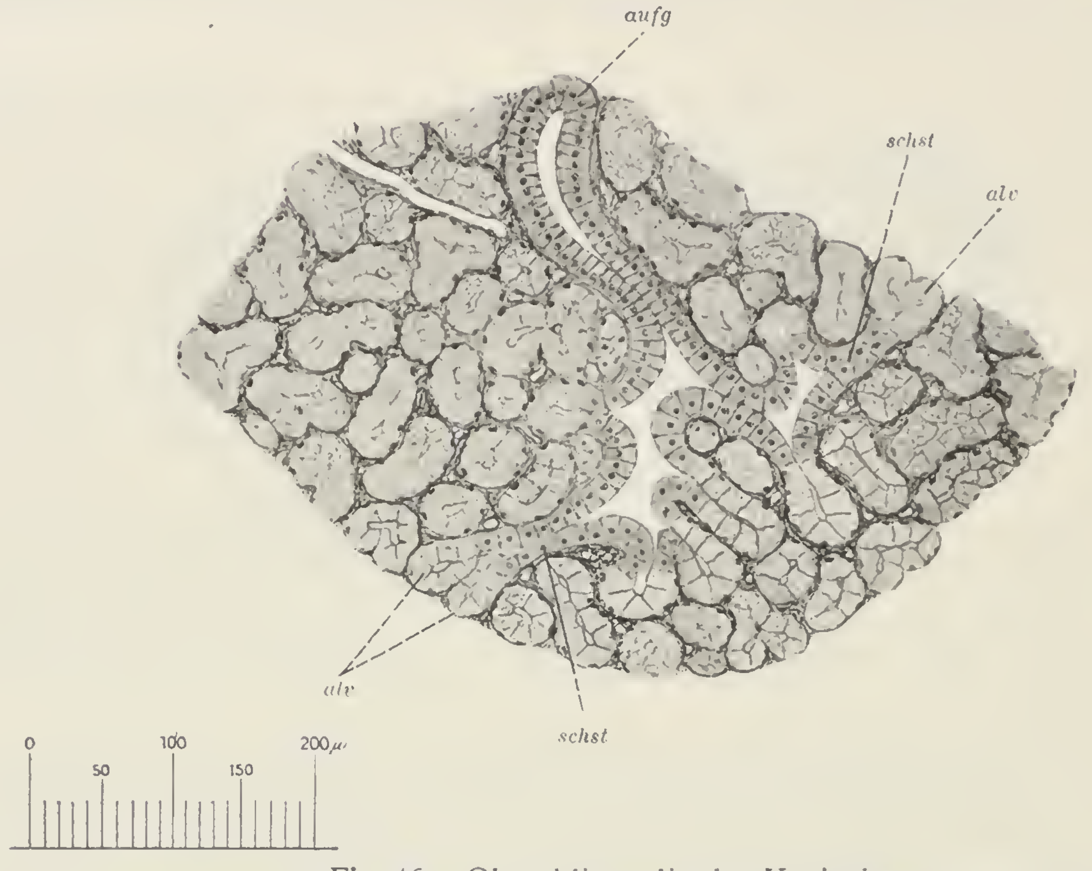


Fig. 46. Gl. sublingualis des Kaninchens.
aufg interlobulärer Ausführungsgang, *schst* Schaltstücke, *alv* Alveolen.

In ihrem Bau ähnelt die Infraorbitalis der Parotis. Stäbchenstruktur fehlt ganz. Die Schaltstücke sind, ebenso wie die aus ihnen hervorgehenden Alveolen, auffallend lang, so daß man die Infraorbitalis als eine zusammengesetzte, verzweigt tuboalveoläre Drüse bezeichnen kann. Die sezernierenden Zellen sind heller als die der Parotis und rein serös.

Die Unterzungendrüse, Gl. sublingualis, liegt rostral von der Submaxillaris, dorsal vom M. mylohyoideus im Mundboden und erstreckt sich in der Zungenbasis bis in die Höhe des Mundwinkels. Auf dem Querschnitt ist sie eiförmig. Aus der zugeschärften Dorsalkante dringen mehrere kurze Ausführungsgänge hervor und münden in die Schleimhautrinne zwischen den unteren Backzähnen und der Zungenbasis.

Die Gl. buccalis inferior ist eine von vorn nach hinten spitz ausgezogene 12—15 mm lange Drüse von dreieckigem Querschnitt, die zwischen der Wangenschleimhaut und dem M. masseter rostral von den unteren Backzähnen der Pars

incisiva des Unterkieferkörpers aufliegt. Aus der Mitte des kompakten, schwach gelappten Drüsenkörpers entstehen mehrere kurze Ausführungsgänge und münden auf der Innenfläche der Backe.

Als Glandulae buccales superiores werden mehrere kleine Drüsenläppchen zusammengefaßt, die zwischen dem M. buccinator und der Wangenschleimhaut liegen und mit kurzen Ausführungsgängen sich in die Mundhöhle öffnen.

Die Unterzungendrüse und die Wangendrüsen sind im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Speicheldrüsen reine Schleimdrüsen. Die aus den Verzweigungen der interlobulären Gänge (Fig. 46 *aufg*) hervorgehenden intralobulären Gänge treten in die Drüsenläppchen ein und zerfallen alsbald in zahlreiche Schaltstücke (*schst*), an denen die Alveolen (*alv*) sitzen. Die letzteren sind nur wenig dicker, als die Schaltstücke, stark in die Länge gezogen und vielfach mit seitlichen Ausbuchtungen versehen. Die Auskleidung der Gänge und Schaltstücke bilden einfache zylindrische oder kubische Zellen ohne Stäbchenstruktur. Die Alveolen haben ein ziemlich enges Lumen und sind ausgekleidet von großen, hellen Schleimzellen. Der Kern ist bei der sekretgefüllten Zelle unregelmäßig, zackig und liegt der Zellbasis dicht an. Entleert die Zelle ihren Schleim, so wird der Kern wieder kuglig und rückt etwas gegen die Zellmitte vor.

b) Der Schlundkopf.

Kaudalwärts geht die Mundhöhle in den Schlundkopf oder Pharynx über, der die Verbindung mit dem Schlund vermittelt. Es ist das ein trichterförmiges, muskulöses Rohr (Fig. 16 *pha*), welches einmal dem Durchtritt der Nahrung von der Mundhöhle zum Schlund und zweitens der Passage der Atmungsluft von der Nase bzw. der Choane zum Kehlkopf dient. Mit seiner dorsalen Wand, dem Fornix pharyngis ist der Schlundkopf durch lockeres Bindegewebe an die knöcherne Schädelbasis geheftet. Rostral öffnen sich in ihn die relativ hohen Choanen (*choa*), ventral die enge Mundhöhle (*muhö*), beide getrennt durch den weichen Gaumen (*pamo*) und das tief hinter die Zungenwurzel herunterreichende Gaumensegel (*vepa*). Das letztere bildet einen flachen, ventral konkaven Bogen, der seitlich in zwei divergierende muskulöse Falten ausläuft. Die rostrale Falte, Arcus palatoglossus geht in die Zungenwurzel über, die kaudale Falte, Arcus palatopharyngeus verläuft sich in der lateralen Pharynxwand. In der von beiden Falten umschlossenen, kleinen dreieckigen Nische liegt die Gaumenmandel, Tonsilla palatina. In den dorsalsten Teil der Lateralwand des Schlundkopfs mündet außerdem die Tuba auditiva ein. Von ventral her wird der Schlundkopf stark eingeengt durch den in ihn vorspringenden Kehlkopf (*la*). Bei geöffnetem Kehlkopfeingang ragt der Kehldeckel (*epgl*) fast senkrecht in die Pharynxhöhle hinein, legt sich mit seiner Rostralfläche dem Gaumensegel eng an und verschließt so den Eingang zur Mundhöhle. Gegen den Schlund grenzt sich der Schlundkopf durch einen schwachen ringförmigen Schleimhautwulst ab.

Die epitheliale Auskleidung des Schlundkopfs ist eine zweifache. Von der Mundhöhle her pflanzt sich das geschichtete Plattenepithel auf die laterale Wand des Schlundkopfs und die dorsale Fläche des Kehldeckels fort. Von der Choane her dringt das respiratorische Epithel auf den Fornix vor und beschränkt sich auf diesen und den dorsalsten Abschnitt der Lateralwand, während sich das geschichtete Plattenepithel in den Schlund fortsetzt. Von dem

Gaumensegel her dringen auch die Schleimdrüsen in die Gaumenbögen vor und bilden in der Lateralwand des Pharynx ein dickes Drüsenlager.

Die Gaumenmandel, Tonsilla palatina (Fig. 47) stellt ein 2—3 mm langes, blindgeschlossenes Säckchen dar, ausgekleidet von geschichtetem Plattenepithel (*ep*). Das Epithel sitzt direkt auf einem 0,5 mm dicken lymphoiden Stratum, gebildet aus zahlreichen Lymphfollikeln (*lyfo*). Die einzelnen Follikel grenzen sich nur sehr unvollkommen gegeneinander ab und lassen in ihrer Mitte deutliche Keimzentren erkennen. Die in letzteren durch Mitose gebildeten Lymphozyten wandern fortwährend durch das Epithel in die Balghöhle aus und verursachen dadurch im Laufe der Zeit eine starke Destruktion des Epithels, das sich bei alten Tieren kaum gegen die Follikelmasse abgrenzen läßt. In der Umgebung der Tonsille finden sich große Massen von Schleimdrüsen (*schldr*), deren Ausführungsgänge (*aufg*) aber nie in die Balghöhle selbst münden.

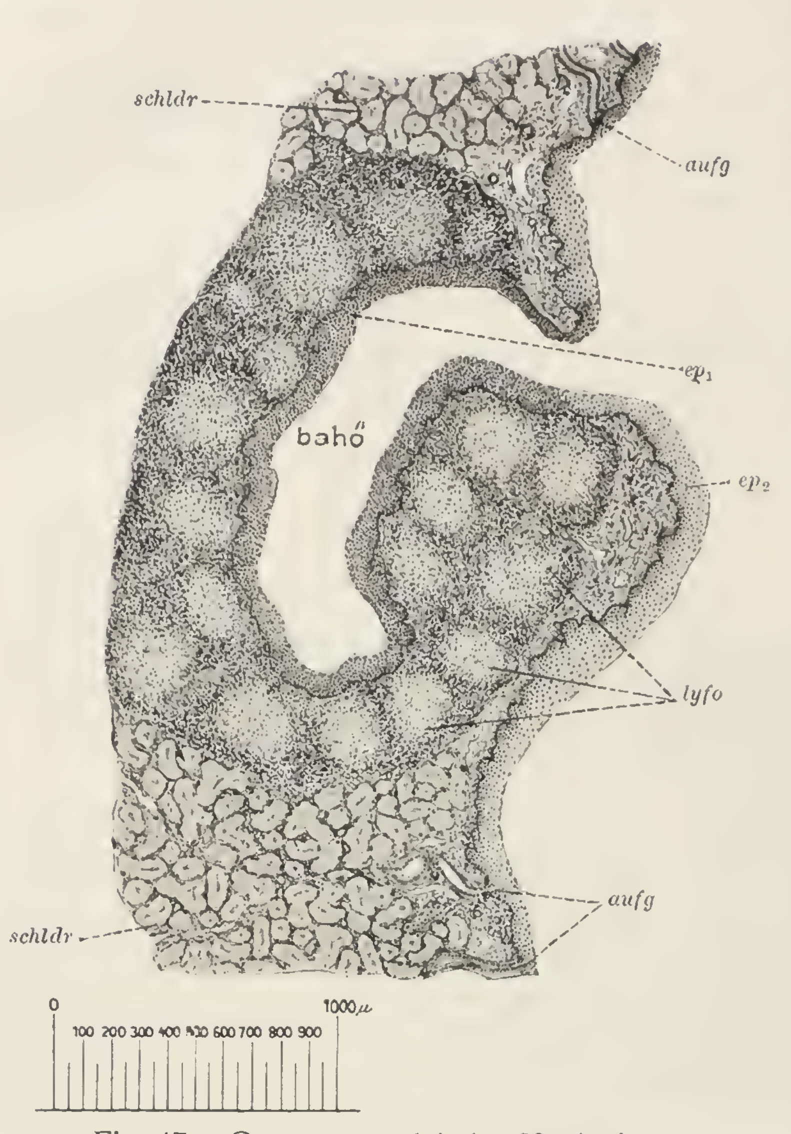


Fig. 47. Gaumenmandel des Kaninchens.
bahö Balghöhle, ep_1 deren Epithel, *lyfo* Lymphfollikel, ep_2 Epithel des Pharynx, *schldr* Schleimdrüsen, *aufg* deren Ausführungsgänge.

Außen folgt auf die Schleimhaut bzw. das Drüsenstratum des Pharynx die Muskulatur, bestehend aus quergestreiften Muskelfasern. Sie verlaufen als M. constrictor pharyngis hauptsächlich zirkulär. Auf der Lateralfläche zieht der M. stylopharyngeus längs.

c) Der Schlund.

Der Schlund oder Ösophagus stellt die Verbindung zwischen Schlundkopf und Magen her und läuft als zylindrisches, im ausgedehnten Zustand 6 bis 8 mm weites Rohr auf der Ventralfläche der Halswirbelsäule gerade kaudalwärts. Ventral wird er bedeckt zunächst vom Kehlkopf, dann von der Luftröhre, lateral ziehen an ihm entlang der N. vagus und N. sympathicus, bedeckt von der A. carotis communis. In der Brusthöhle angekommen, wendet sich der Schlund hinter der Bifurkation der Luftröhre etwas zur linken Seite herüber und gelangt hinter dem Herzen, auf der rechten Seite der Aorta descendens zum Foramen oesophageum des Zwerchfells. Nach seinem Eintritt in die Bauchhöhle erweitert er sich trichterförmig und mündet in den Magen. Die ganze Länge des Schlundes beträgt 12—15 cm, davon kommen auf den abdominellen Teil nur 2 cm.

Im ausgedehnten Zustand ist der Querschnitt des Schlundes regelmäßig rund, im leeren Zustand wird das Lumen sternförmig und die Wand legt sich in starke Längsfalten.

Die Schlundwand ist im ausgedehnten Zustand ungefähr 600 μ dick und wird überzogen von einem 50—60 μ dicken geschichteten Plattenepithel (Fig. 48 *ep*). Es sitzt auf einer starken, bindegewebigen Propria (pro_1), welche in den beiden rostralen Dritteln ohne Grenze in die Submukosa ($sumu_1$) übergeht. Im kaudalen Schlunddrittel entwickelt sich nach und nach eine aus längs-

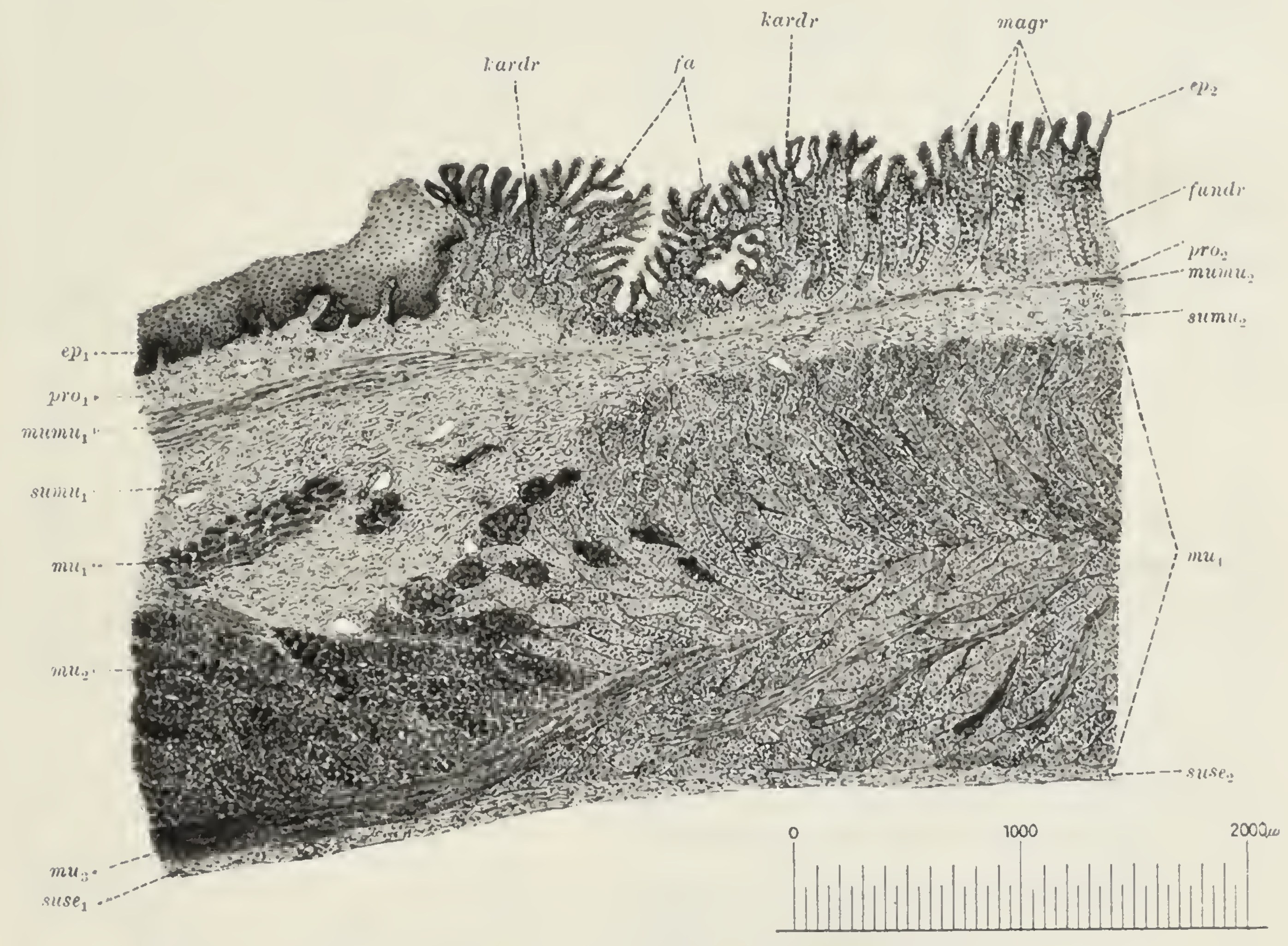


Fig. 48. Kardia des Kaninchens (Längsschnitt).

kardr Kardiadrüsen, *fa* Ringfalten der Kardia, *magr* Magengrübchen, ep_2 Oberflächenepithel des Magens, *fundr* Fundusdrüsen, pro_2 Propria des Magens, $mumu_2$ Muscularis muscosae des Magens, $sumu_2$ Submukosa des Magens, mu_4 Magenmuskulatur, $suse_2$ Subserosa des Magens, ep_1 Schlundepithel, pro_1 Propria des Schlundes, $mumu_1$ Muscularis muscosae des Schlundes, $sumu_1$ Submukosa des Schlundes, mu_1 innere Längsmuskeln des Schlundes, mu_2 mittlere Ringmuskeln des Schlundes, mu_3 äußere Längsmuskeln des Schlundes, $suse_1$ Subserosa des Schlundes.

verlaufenden, glatten Muskelfasern bestehende Muscularis mucosae ($mumu_1$) die nun Propria und Submukosa voneinander trennt.

Der Schlund ist beim Kaninchen fast in seiner ganzen Länge drüsenfrei. Nur in den rostralsten Abschnitt setzen sich die Schleimdrüsen des Pharynx noch ein Stück weit fort, um ungefähr in der Höhe der Kehlkopfmitte zu verschwinden.

An die Submukosa schließt sich außen die Muskularis, bestehend aus quergestreiften, zu einer inneren und äußeren Längs- und einer mittleren Ringlage angeordneten Muskelfasern. Die innere Längsmuskulatur (mu_1) ist diskontinuierlich, die äußere Längsmuskulatur (mu_3) ist ebenso wie die mittlere Ringmuskulatur (mu_2) kontinuierlich.

Ganz außen folgt eine bindegewebige Adventitia. Sie geht im Hals- und Brustteil in das periösophageale Bindegewebe über, welches den Schlund mit den Nachbarorganen verbindet. Innerhalb der Bauchhöhle setzt sie sich in die von dem Peritonealepithel überzogene Subserosa fort (*suse*).

d) Der Magen.

Der Magen des Kaninchens läßt sich in seiner Form am besten mit einer etwas unregelmäßigen Retorte vergleichen, deren Längsachse quer zur Körperachse gelagert ist und die zusammen mit der aufgelagerten Leber den rostralen Abschnitt der Bauchhöhle fast vollkommen ausfüllt. Die konvexe, abgerundete Kante, die große Kurvatur sieht kaudalwärts, die konkave Kante, die kleine Kurvatur rostralwärts. Auf der linken Seite vereinigen sich beide zur Bildung eines umfangreichen Blindsacks, des Magenfundus. Der in seinem Ende trichterförmig erweiterte Schlund senkt sich etwas links von der Körperachse in die kleine Kurvatur ein. Nach rechts steigt die große Kurvatur rostral an, der Magen verengert sich, um dann noch eine schwache Auftreibung, den Pylorusblindsack zu bilden und geht in das Duodenum über.

Bei der Eröffnung der Bauchhöhle ist vom Magen nur die große Kurvatur sichtbar, alles übrige wird bedeckt von der unter der Zwerchfellkuppel hervortretenden Leber. Der Magen wird überzogen vom Bauchfell, das sich als ventrales Blatt des Omentum minus von der Leberpforte auf die kleine Kurvatur überschlägt und die Ventralfläche des Organs bekleidet. Von der großen Kurvatur schlägt sich das Bauchfell linkerseits auf die hinter dem Magen gelegene Milz und die linke Niere über und hängt dann als Omentum majus schürzenförmig in die Bauchhöhle herab, einen Teil der Gedärme überdeckend. Ferner ist die Dorsalfläche des Magens durch das Lig. gastrocolicum mit dem Kolon verbunden.

Schneiden wir den Magen längs der großen Kurvatur auf, so zeigt sich nach Entfernung des Inhalts die innere Oberfläche im Pylorusteil vollkommen glatt und von graugelber Farbe. Im Fundus ist die Oberfläche graurötlich und legt sich in seichte, netzförmig miteinander anastomosierende Längsfalten, welche gegen den Pylorusteil allmählich verstreichen. Außerdem treten an dem Magenmund, der Kardia, undeutliche Ringfalten hervor. Magengrübchen sind nur mit der Lupe zu erkennen und zwar im Fundus deutlicher als im Pylorus.

Die histologische Bearbeitung des Magens begegnet beim Kaninchen gewissen Schwierigkeiten, da das Organ stets mit Inhalt vollkommen erfüllt ist. Ein leerer Magen läßt sich selbst durch längere Nahrungsentziehung nicht erzielen. Man muß deshalb Stücke aus den verschiedenen Teilen des Magens herausschneiden, auf Wachsplatten aufspannen und vor der Fixation durch Abspülen von dem anhaftenden Mageninhalt befreien, wobei natürlich leicht das Oberflächenepithel zerstört wird. Als Fixationsflüssigkeit hat sich der absolute Alkohol am besten bewährt, der im Anfang öfter gewechselt wird. Daneben kommen noch FLEMMINGsche und BOUINsche Flüssigkeit in Betracht.

Betrachten wir zunächst einen Längsschnitt durch die Kardia, d. h. den Übergang des Schlundes in den Magen (Fig. 48), so hört das mächtige, hochgeschichtete Plattenepithel des ersteren (ep_1) mit scharfer Grenze, wulstartig verdickt auf und es schließt sich an das Magenepithel (ep_2). Es kleidet die gesamte Innenfläche des Magens aus, senkt sich in die Magengrübchen (*magr*) ein und besteht aus einer einfachen Schicht von Zylinderzellen (Fig. 49 *ep*),

deren proximale Hälfte innerhalb einer körnigen Protoplasmazone den etwas gestreckten Kern enthält, während die distale Zellhälfte in einen scharf abgesetzten Schleimpfropf umgewandelt ist.

Gegen die Propria wird das Epithel durch eine meist sehr deutliche Basalmembran (Fig. 49 *bame*) abgegrenzt mit dicht verfilzten, feinsten Bindegewebsfibrillen. Die Propria (*pro*) besteht aus retikuliertem Gewebe, durchsetzt von zahlreichen kollagenen Fasern und enthält die Magendrüsen.

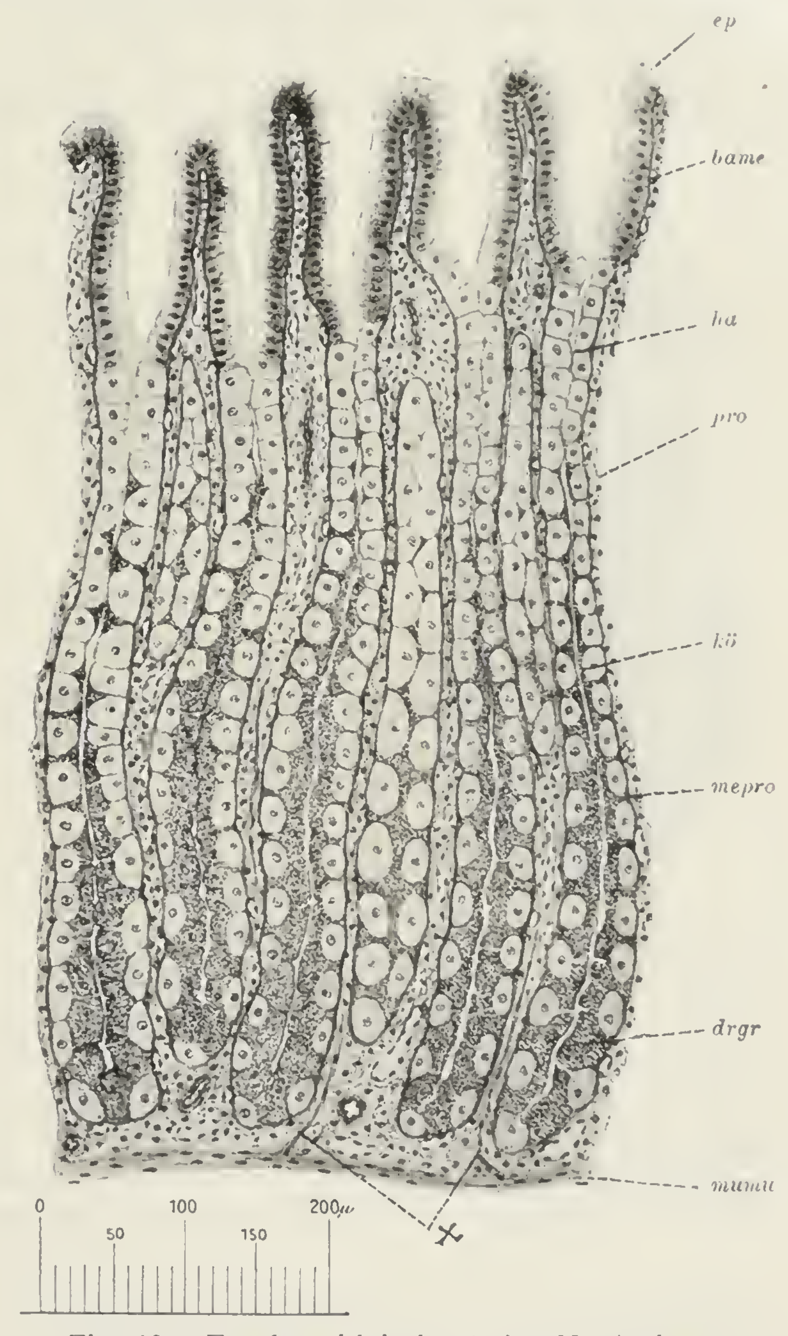


Fig. 49. Fundusschleimhaut des Kaninchens. *ep* Oberflächenepithel, *bame* Basalmembran, *ha* Drüsenhals, *pro* Propria, *kö* Drüsenkörper, *mepro* Membrana propria, *drgr* Drüsengrund, *mumu* Muscularis mucosae, aus der bei × Muskelbündel zwischen die Drüsen emporsteigen.

Am Mageneingang folgt auf die drüsenfreie Schlundschleimhaut eine 1 mm breite, ringförmige Zone von Kardiadrüsen (Fig. 48 *kadr*). Bei vielen anderen Tieren gewinnen sie eine beträchtlich größere Ausdehnung, dringen nicht allein weiter in den Magen vor, sondern erstrecken sich auch mehr oder weniger weit in die Schlundschleimhaut hinauf. Es sind stark gewundene, verzweigt tubulöse Drüsen, welche in der Tiefe zwischen den den Ringfalten (*fa*) aufsitzenden Sekundärfalten münden. Das ziemlich enge Lumen der Schläuche ist ausgekleidet mit einer einfachen Schicht heller, hochkubischer oder niedrigzylindrischer Zellen ohne spezifische Granulationen.

An die Kardiadrüsen schließen sich an die Fundusdrüsen (*fundr*), einfache oder gablig geteilte, meist in ganz geradem Verlauf die Propria in ihrer ganzen Dicke durchsetzende Schläuche. Die Drüsen liegen außerordentlich dicht, so daß zwischen ihnen nur schmale Propriastreifen bleiben. An jeder Fundusdrüse (Fig. 49) können wir Hals, Körper und Drüsengrund unterscheiden. Mit dem Hals (*ha*) mündet die Drüse in ein Magengrübchen ein, verbreitert sich dann im Körper (*kö*) schwach, um im Drüsengrund (*drgr*) blind zu endigen. Jede Drüse ist umgeben von einer dünnen Membrana propria (*mepro*) einer direkten Fortsetzung der Basalmembran (*bame*) des Oberflächenepithels.

Schon bei schwacher Vergrößerung lassen sich an diesen Drüsen zwei Zellarten unterscheiden, verschieden durch Anordnung, Form und färberische Reaktion. Sie werden als Hauptzellen oder adelomorphe und Belegzellen

oder delomorphe Zellen bezeichnet. Im Drüsenhals ist zunächst das außerordentlich enge Lumen umgeben von großen fast regelmäßig kubischen hellen Zellen mit kugligem Kern. Eine Zelle schließt dicht an die andere an. Je mehr wir uns dem Drüsenkörper nähern, um so mehr werden die hellen Zellen vom Lumen abgedrängt durch eine starkkörnige Masse, die bei mittelstarker Vergrößerung weder Kerne noch Zellgrenzen erkennen läßt. Sie drängt dann die hellen Zellen auch seitlich auseinander, so daß im Drüsenkörper und noch mehr im Drüsengrund das Lumen von einer körnigen Masse ausgekleidet erscheint, der außen in größeren oder kleineren Zwischenräumen die hellen Zellen anliegen. Daraus erklärt sich für letztere der Name Belegzellen, während man die körnige Masse als Hauptzellen bezeichnet.

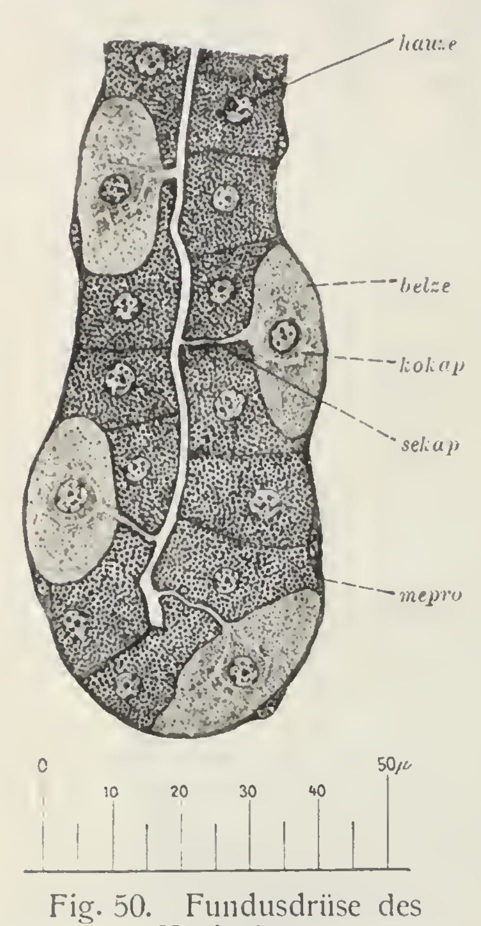


Fig. 50. Fundusdrüse des Kaninchens.
hauze Hauptzellen, *belze* Belegzellen, *kokap* Korbkapillare, *sekap* Sekretkapillare, *mepro* Membrana propria.

Bei Verwendung starker Vergrößerung und passender Färbung (Fig. 50) zeigt sich die körnige Masse der Hauptzellen (*hauze*) zusammengesetzt aus kubischen oder niedrig zylindrischen Zellen. Der kuglige Kern wird dadurch stark verdeckt, daß der Zellkörper voll gepfropft ist mit groben Sekretkörnern.

Die Belegzellen (*belze*) enthalten dagegen nur feine staubartige Körnchen und erscheinen deshalb sehr hell. Zu jeder Belegzelle führt zwischen zwei Hauptzellen hindurch eine feine Sekretkapillare (*sekap*), die sich innerhalb des Belegzellenkörpers in ein netzartiges Röhrensystem auflöst. Diese intrazellulären Korbkapillaren (*kokap*) lassen sich schon an Biondi- oder Eisenhämatoxylinpräparaten sehr gut erkennen, am elegantesten können sie aber zur Anschauung gebracht werden, wenn man kleine Schleimhautstückchen nach der Golgimethode behandelt.

Im Biondipräparat erscheinen die Körner der Hauptzellen blau oder blaurot, sie sind also schwach basophil, die feinen Körnchen der Belegzellen intensiv hellrot oder orange, sie sind also stark oxyphil. Bei der Eisenhämatoxylinfärbung halten die ersteren den Eisenlack sehr fest, während die Körnchen der Belegzellen sich sehr rasch entfärben.

Die so charakterisierten Fundusdrüsen finden sich im größten Teil der Magenschleimhaut, vor allem im ganzen Magenfundus. Gegen den Pylorusblindsack zu büßen die Hauptzellen mehr und mehr ihre charakteristische Körnelung ein, die Drüsenschläuche stehen hier auch nicht mehr so dicht, sind stärker gewunden und mehr verästelt. Die Magengrübchen sind im Pylorusblindsack sehr eng und sehr tief, das Drüsenstratum wird infolgedessen erheblich schmäler. Die Pylorusdrüsen sind ausgekleidet mit einer einfachen Lage kubischer Zellen ohne spezifische Granulationen. Sie haben große Ähnlichkeit mit den Kardiadrüsen des Mageneingangs.

Das Sekret der Magendrüsen, der Magensaft, ist eine farblose Flüssigkeit

von stark saurer Reaktion, bedingt durch die Anwesenheit von freier Salzsäure. Daneben enthält der Magensaft als wichtigste Bestandteile ein bei saurer Reaktion eiweißlösendes Ferment, das Pepsin, ein Kaseinlösungen gerinnendes Ferment, das Lab und ein fettspaltendes Ferment, die Lipase. Wahrscheinlich dienen die Belegzellen als Säurebildner, die Hauptzellen der Absonderung des Pepsins.

Nach außen wird die Propria der Magenschleimhaut abgegrenzt durch die Muscularis mucosae (Fig. 48 und 49 *mumu*). Sie ist in allen Teilen des Magens als 10—20 μ dicke Schicht hauptsächlich längsverlaufender, glatter Muskelfasern deutlich nachweisbar. Von ihr zweigen überall (Fig. 49 X) Muskelbälkchen ab, um zwischen den Drüsen emporzusteigen.

Die Muskulatur des Magens besteht aus glatten Muskelfasern, zu dünneren und dickeren Bündeln zusammengefaßt und von Bindegewebe umhüllt (Fig. 48 mu_4). Die Bündel verlaufen zum Teil längs in der Richtung der Kurvaturen, zum Teil zirkulär und zum Teil spiralig. Am dünnsten ist die Muskularis im Fundus, am dicksten im Pylorus, der gegen den Darm durch einen dicken Muskelring (M. sphincter pylori) abgegrenzt wird. An der Kardia endet die quergestreifte Muskulatur des Schlundes (mu_{1-3}) ziemlich scharf abgeschnitten. Nur einzelne Bündel quergestreifter Muskeln dringen noch in die glatte Magenmuskulatur ein.

Außen liegt der Muskularis des Magens eine bindegewebige Subserosa (*suse*) auf, deren freie Oberfläche das Peritonealepithel bekleidet.

e) Der Darm.

Kaudalwärts schließt sich an den Magen der Darmkanal an, der beim Kaninchen, wie bei allen reinen Pflanzenfressern eine sehr respektable Länge, ungefähr 4—5 m, erreicht. Wir teilen, der Terminologie beim Menschen folgend, den Gesamtdarm zunächst ein in Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm, von denen der letztere in dem After nach außen mündet. Der Dünndarm nimmt ungefähr zwei Drittel der Gesamtlänge ein und zerfällt wieder in Duodenum, Jejunum und Ileum, wobei jedoch zu bemerken ist, daß sich diese Unterabteilungen des Darms nur sehr wenig scharf gegeneinander absetzen.

Das Duodenum liegt ganz in der Tiefe, von der Leber und dem Magen bedeckt, in der rechten Bauchhälfte und bildet eine V-förmige Schlinge, an der man einen horizontalen, einen absteigenden und einen aufsteigenden Schenkel unterscheiden kann. Der erste biegt von dem ungefähr in der Mittellinie gelegenen Pylorus in die rechte Bauchhälfte herüber, geht dann rechtwinklig in den absteigenden Schenkel über, der sich kaudalwärts wendet, um in einem flachen Bogen in den aufsteigenden Schenkel umzubiegen. Er liegt in der Mittellinie neben dem Mastdarm, unmittelbar auf der hinteren Bauchwand, steigt hier bis zur Magenhöhe auf und geht nach links abbiegend in das Jejunum über. Das letztere bildet ein Konvolut von Schlingen, welche sich hinter dem Magenfundus verbergen. An sie schließt sich weiter kaudal das Konvolut der Ileumschlingen, bedeckt von dem Dickdarm und zum Teil Mastdarm und aufsteigenden Duodenalschenkel verdeckend. Aus diesem Konvolut geht das einfache Endstück des Ileums zur rechten Bauchhälfte herüber, biegt

ungefähr in der Höhe der rechten Niere rostralwärts um und wendet sich nun ziemlich oberflächlich gelagert nach links, um in den Dickdarm überzugehen.

An dem Dickdarm unterscheiden wir wieder das Zökum oder den Blinddarm mit dem Wurmfortsatz und das Kolon oder den Grimmdarm. Das Zökum ist der umfangreichste und am oberflächlichsten gelegene Teil des gesamten Darmkanals. Von außerordentlicher Weite und erheblicher Länge (ungefähr 40 cm) übertrifft es das Fassungsvermögen des Magens um ein vielfaches. Während der Dünndarm meist nur geringe Inhaltsmassen zeigt, ist das Zökum stets mit breiiger Masse prall gefüllt. Es stellt eine langgezogene, im wesentlichen querverlaufende Schlinge dar. Der in der linken Bauchhälfte gelegene Anfangsteil besitzt einen dickwandigen Blindsack, Sacculus rotundus, neben dem das Ileum einmündet. Der rostrale Zökumschenkel ist außerordentlich weit, läuft quer nach der rechten Bauchhälfte herüber und biegt hier in den kaudalen Schenkel um, der wieder dicht neben dem rostralen Schenkel nach links zieht, sich dabei immer mehr verengt und schließlich in den dünnen Proc. vermiformis, den Wurmfortsatz übergeht. Er liegt in der Tiefe zwischen den beiden Zökumschenkeln und endigt nach 10 cm langem Verlauf blind. Äußerlich erscheint an dem Zökum eine deutliche spiralige Schnürfurche, herrührend von der später zu erwähnenden Spiralfalte.

Dicht neben der Einmündungsstelle des Ileums in das Zökum entsteht aus dem letzteren das Kolon. Es wendet sich zunächst oberflächlich zwischen den beiden Zökumschenkeln nach links herüber, verschwindet dann in der Tiefe, um neben der Wirbelsäule in die Höhe zu steigen und hinter dem Magen in den Mastdarm überzugehen. In seinem ersten, oberflächlichen Abschnitt hat das Kolon ein sehr charakteristisches Aussehen. Es ist hier ziemlich weit und mit zahlreichen neben und hintereinander gelegenen Aussackungen, den Haustren besetzt. Je mehr das Kolon in die Tiefe verschwindet, um so mehr verengt es sich, die Haustren verflachen und schließlich gleicht das Kolon ganz dem Dünndarm.

Der Mastdarm steigt, hinter dem Magen auf der Wirbelsäule gelegen, in schwachen Krümmungen kaudalwärts herab, kommt dabei zwischen Zökum und Harnblase oberflächlich zum Vorschein und verschwindet schließlich hinter der letzteren, um sich zum After zu wenden. Während der Dickdarm noch breiigen Inhalt hat, formt sich in seinem Endabschnitt der Kot zu festen, erbsen- bis haselnußgroßen Ballen, den Scybala, so daß der Mastdarm stets durch die in ihm enthaltenen Kotballen die Form einer Perlschnur annimmt.

Der Darm wird in seiner Lage fixiert durch eine in der Höhe des zweiten Lendenwirbels von der hinteren Bauchwand ausgehende Peritanealfalte, das Mesenterium, das an seiner schmalen Abgangsstelle mit zahlreichen Lymphknoten durchsetzt ist, sich dann in Falten legt und den gesamten Dünndarm umhüllt. Seine Fortsetzung auf den Dickdarm und Mastdarm wird als Mesokolon und Mesorektum bezeichnet.

Schneiden wir den von seinem Mesenterium losgelösten Darm der Länge nach auf, so zeigt uns der Dünndarm in seiner ganzen Länge flache, nur wenig hervortretende Längsfalten, zu einem weiten Maschenwerk miteinander verbunden (Fig. 51 *fa*). Die Wand ist zunächst ziemlich dick und mit dichtstehenden Zotten (*zo*) besetzt. Es sind das zungenförmige, bis zu 1 mm hohe Erhebungen der Darmschleimhaut. Im Duodenum ist die Darmwand am dicksten, die Zotten

sind am längsten, im Jejunum und Ileum wird die Wand dünner und die Zotten werden niedriger. An der Einmündungsstelle des Ileums in das Zökum findet sich die ringförmige BAUHINsche Klappe, die den Rücktritt des Zökuminhalts in den Dünndarm verhindert.

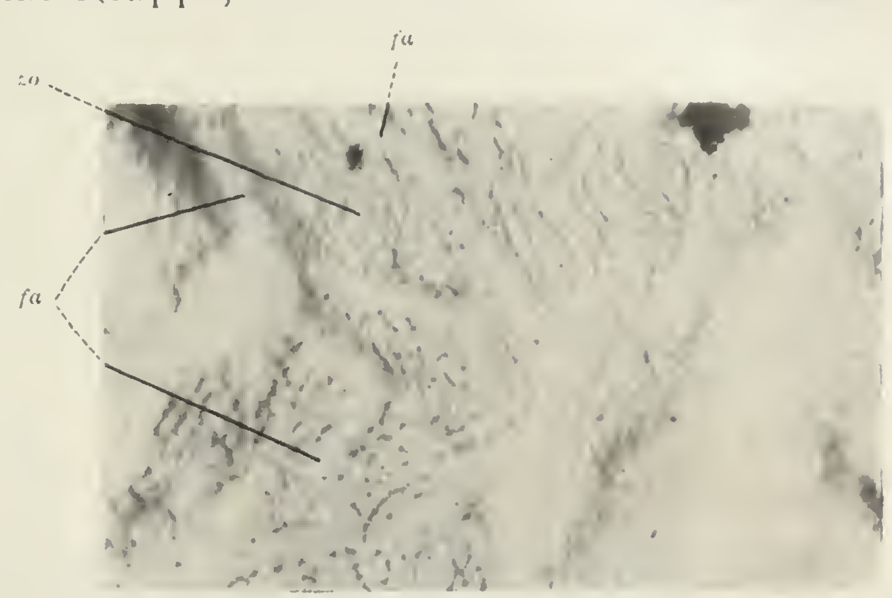


Fig. 51. Schleimhautoberfläche des Dünndarms vom Kaninchen.
fa netzartige Falten, *zo* Zotten.

Die Wand des Zökums ist, abgesehen von dem dickwandigen Sacculus rotundus, sehr dünn und trägt auf ihrer Innenfläche eine in zirka 25 Touren verlaufende, bis 0,6 cm hohe, schmale Spiralfalte, die Valvula spiralis coeci. Je enger das Zökum wird, um so mehr verflacht sich die Spiralfalte und um so dicker wird die Wand, die im Proc. vermiformis ihre größte Dicke erreicht. Die Innenfläche des Zökums ist mit rudimentären Zotten besetzt, die sich gegen den Wurmfortsatz zu allmählich verlieren.

Im Proc. vermiformis ist die Schleimhaut glatt und zeigt dicht stehende nach außen sich glockenartig erweiternde grubige Vertiefungen (Fig. 52). Jede Grube ist ausgefüllt von einem konischen Zapfen, der aber nie über das Schleimhautniveau hervorragt.

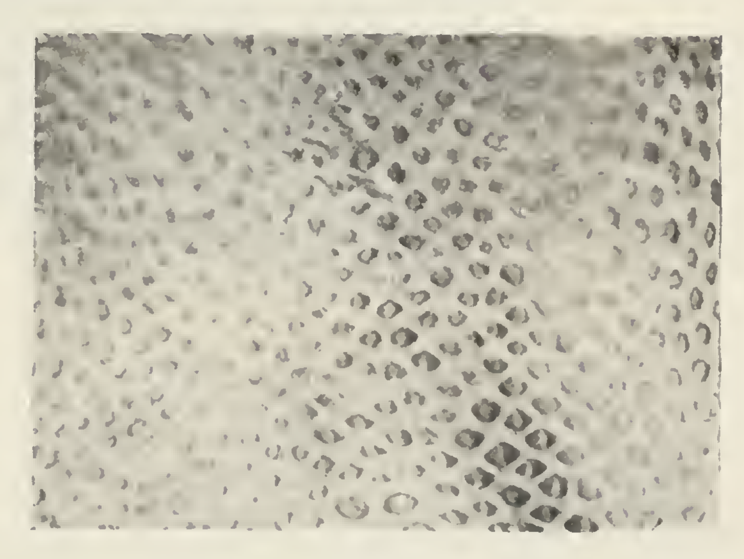


Fig. 52. Oberflächenbild der Schleimhaut des Wurmfortsatzes vom Kaninchen.

Das Kolon ist ebenfalls ziemlich dickwandig. Auf seiner Innenfläche verlaufen ganz seichte Querfalten (Fig. 53 *fa*), welche die Haustren der Quere nach voneinander trennen. Die letzteren liegen in drei Reihen nebeneinander (hau_{1-3}). Diese Längsreihen der Haustren werden getrennt durch drei bandartige Muskelstreifen, die Tänien (*tae*), denen flache Längsfalten der Schleimhaut entsprechen. Die gesamte Schleimhautoberfläche ist mit warzigen Exkreszenzen besetzt. Sie sitzen mit breiter Basis der Schleimhaut auf, laufen entweder spitz aus oder verdicken sich an ihrem freien Ende keulenartig. Diese Dickdarmwarzen sind wieder mit zahlreichen sekundären Erhebungen besetzt. Je mehr wir uns dem Mastdarm nähern, je mehr also die Haustren verschwinden, um so spärlicher und niedriger werden die Warzen.

Im Mastdarm ist die Schleimhaut im ausgedehnten Darm glatt und faltenlos, im kontrahierten Darm, also zwischen den Kotballen legt sich die Schleimhaut in Längsfalten. Zotten- oder warzenartige Erhebungen fehlen gänzlich.

Wir wollen nun zuerst einen Querschnitt durch das Duodenum betrachten (Fig. 54), in dem als charakteristische Oberflächenbildungen der Darmschleimhaut die Zotten hervortreten. Der Grundstock einer jeden Zotte, der Zottenkörper (*zokö*) erhebt sich aus der Propria und besteht wie diese, der Hauptsache nach aus retikuliertem Gewebe, vielfach durchsetzt von Lymphozyten. Die Achse des Zottenkörpers nimmt der meist enge, spaltförmige zentrale Chylusraum (*zechyrau*) ein, der sich in ein die tieferen Propriaschichten durchsetzendes Lymphgefäßnetz öffnet. In der Umgebung des zentralen Chylusraums verlaufen stets spärliche glatte Muskelfasern parallel zur Zottenachse (*zomu*). Außerdem enthält der Zottenkörper noch die Zottenblutgefäße, deren Kapillaren sich immer dicht unter dem Zottenepithel ausbreiten.

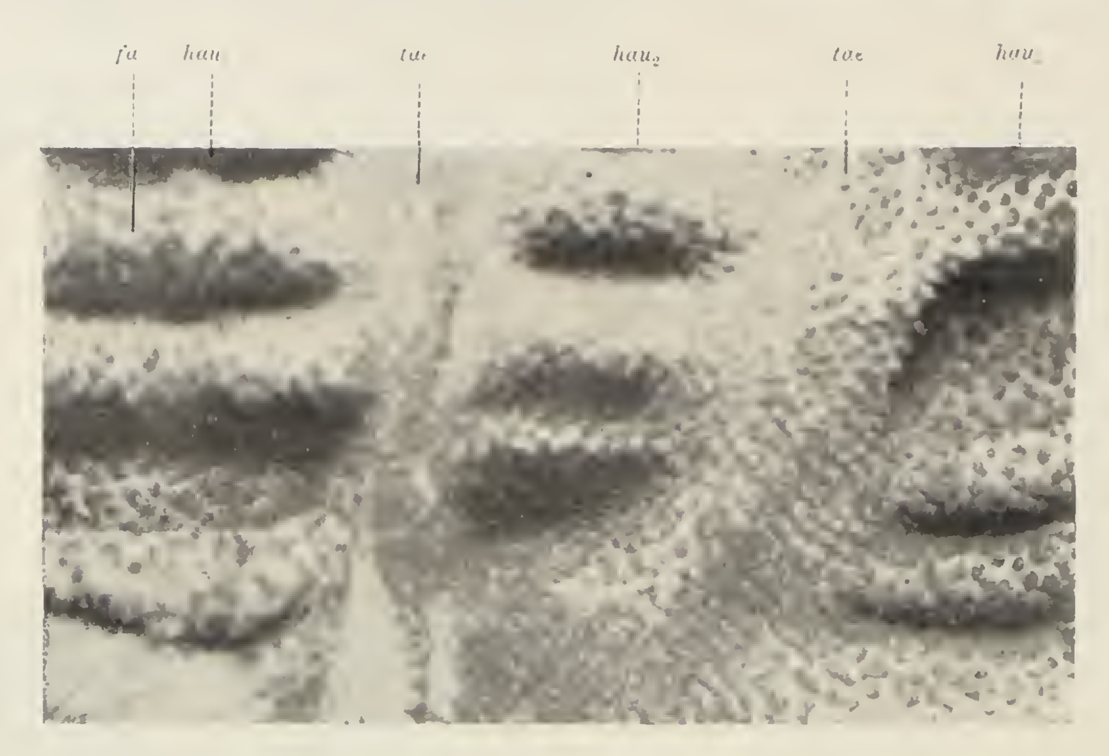


Fig. 53. Oberflächenbild der Kolonschleimhaut des Kaninchens.
fa Querfalten, *tae* Tänien, *hau*$_{1-3}$ die drei Längsreihen von Haustren.

Das Zottenepithel (*zoep*), ein einfaches Zylinderepithel, überzieht den Zottenkörper. Die schmalen Zylinderzellen haben eine Länge von 15—20 μ und laufen gegen den Zottenkörper in eine feine Spitze aus. Das freie Ende trägt einen sehr deutlichen Stäbchensaum. Der ovoide Kern liegt im Zellgrund. Der Zellkörper läßt bei stärkster Vergrößerung eine feine Längsfibrillierung erkennen. Zwischen die Zylinderzellen sind spärliche Becherzellen (*beze*) eingestreut.

Innerhalb der Propria bilden die LIEBERKÜHNschen Drüsen (*liedr*) ein dichtes Drüsenstratum. Es sind einfache Drüsenschläuche mit stark gewundenen Verlauf, so daß man sie selten auf dem Längsschnitt, meist auf dem Quer- oder Schrägschnitt erhält. Sie münden in der Tiefe zwischen den Zottenbasen und dringen häufig noch etwas in den Zottenkörper vor. Das sie auskleidende Epithel hat ganz den Charakter des Zottenepithels, enthält aber immer zahlreiche Mitosen. Dabei kann man die interessante Tatsache konstatieren, daß der sonst basal gelegene Kern, bevor er sich zur Teilung ausschickt, immer dicht an das Drüsenlumen heranrückt und die Spindel sich dann so einstellt, daß die Spindelachse senkrecht zur Zellachse steht.

Nach außen wird die Propria abgeschlossen durch die Muscularis mucosae, (*mumu*). Sie ist außerordentlich dünn und verläuft stark wellig, wird deshalb leicht übersehen.

Die nach außen sich anschließende Submukosa (*sumu*) erreicht eine Dicke von 300 μ und mehr, und bedingt im wesentlichen die verhältnismäßig erhebliche Dicke der Duodenalwand. Sie besteht aus feinfaserigem Bindegewebe und enthält ein weitmaschiges Netz von Blut- und Lymphgefäßen. Die Submukosa des Duodenums ist fernerhin der Sitz von zwei verschiednen Drüsenarten, der BRUNNERschen und der SCHWALBEschen Drüsen.

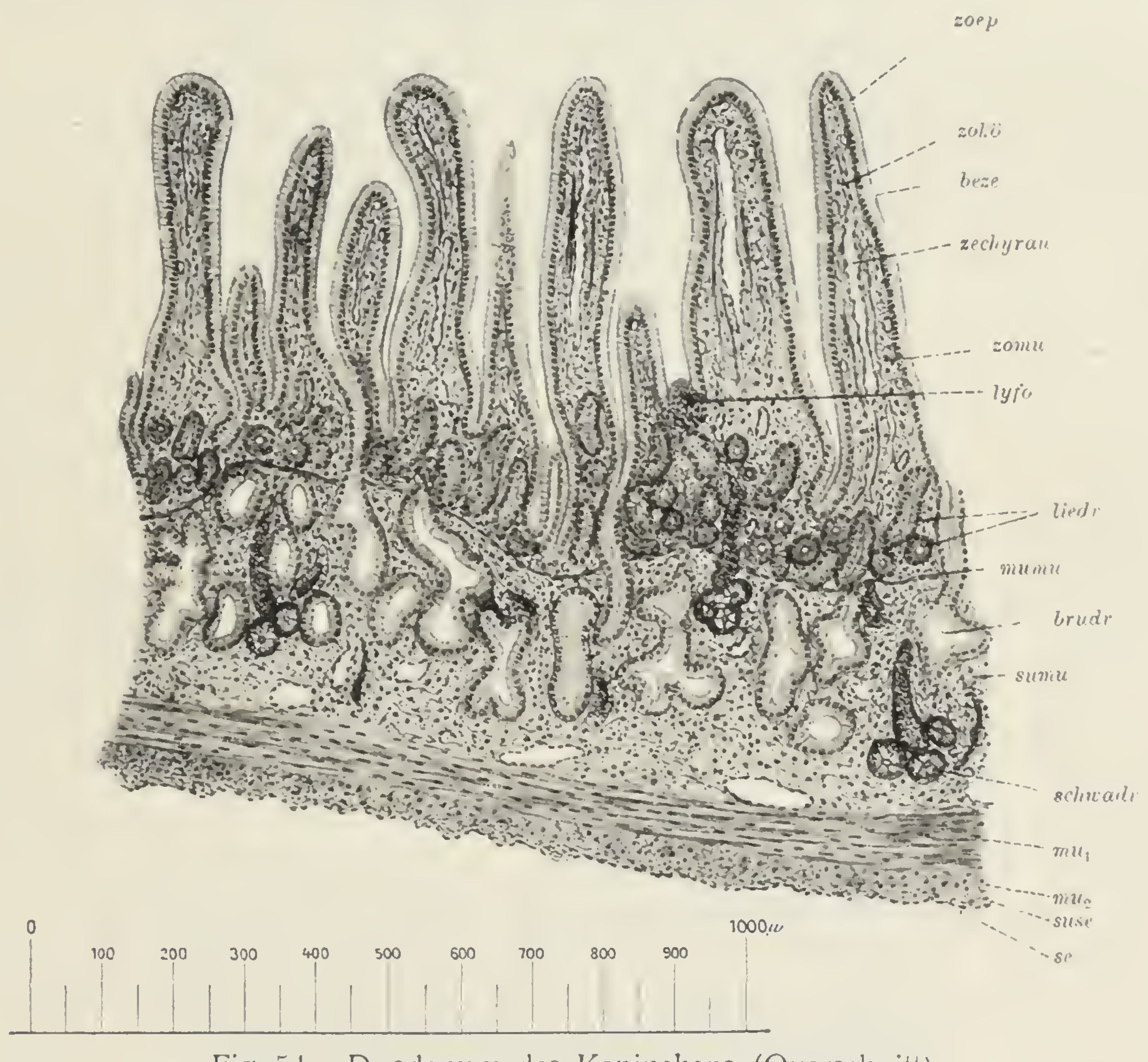


Fig. 54. Duodenum des Kaninchens (Querschnitt).
zoep Zottenepithel, *zokö* Zottenkörper, *beze* Becherzelle, *zechyrau* zentraler Chylusraum, *zomu* Zottenmuskeln, *lyfo* Lymphfollikel, *liedr* Lieberkühnsche Drüsen, *mumu* Muscularis mucosae, *brudr* Brunnersche Drüsen, *sumu* Submukosa, *schwadr* Schwalbesche Drüsen, mu_1 Ringmuskulatur, mu_2 Längsmuskulatur, *suse* Subserosa, *se* Serosa.

Die BRUNNERschen Drüsen (*brudr*) sind verzweigte alveoläre Einzeldrüsen. Die Ausführungsgänge münden zwischen den Zottenbasen neben den LIEBERKÜHNschen Drüsen und zerfallen in der Submukosa in mehrere, mit Alveolen besetzte Äste. Das Epithel zeigt keine hervorstechenden Eigentümlichkeiten; es gleicht dem der Pylorusdrüsen, als deren direkte Fortsetzung auf den Darm man die BRUNNERschen Drüsen auch gewöhnlich auffaßt. In der Nähe des Pylorus stehen sie am dichtesten, kaudalwärts nehmen sie mehr und mehr ab.

Die SCHWALBEschen Drüsen (*schwadr*) sind über die ganze Länge des Duodenums verteilt, jedoch am zahlreichsten in der Nähe der Mündungsstelle des Ductus pancreaticus, also im kaudalen Abschnitt des Duodenums. Sie sind, wie die BRUNNERschen Drüsen verzweigt alveoläre Einzeldrüsen, unterscheiden sich

aber von jenen durch das weit engere Lumen und das dunklere Aussehen ihrer Epithelzellen. Bei starker Vergrößerung lassen die letzteren stets eine helle Innen- und eine dunkle Außenzone erkennen. Sie zeigen genau die gleichen Bauverhältnisse wie die später zu beschreibenden Zellen des Pankreas. Deshalb hat man diese SCHWALBEschen Drüsen auch in ihrer Gesamtheit als akzessorisches Pankreas bezeichnet.

Die Muskularis erreicht im Duodenum eine Dicke von höchstens 150 μ. Sie besteht aus glatten Muskelfasern und läßt eine innere zirkuläre (*mu*$_1$) und eine äußere longitudinale Schicht (*mu*$_2$) erkennen, von denen die erstere stets etwas dicker als die letztere ist.

Außen liegt der Muskularis die Subserosa (*suse*) auf, bestehend aus Bindegewebe mit zahlreichen elastischen Fasern. Die letzteren bilden gegen die Muskularis eine Grenzschicht und dringen von hier auch in die Muskularis selbst ein. Der Subserosa liegt äußerlich die Serosa, das Peritonealepithel (*se*) auf.

Das eben beschriebene Bild zeigt in den kaudaleren Abschnitten des Dünndarms nur insofern eine wichtige Veränderung, als im aufsteigenden Duodenalschenkel nach und nach die BRUNNERschen und dann die SCHWALBEschen Drüsen verschwinden, so daß im Jejunum und Ileum die Submukosa vollkommen drüsenfrei ist und nur noch die LIEBERKÜHNschen Drüsen die Propria bevölkern. Im Bau der Zotten zeigt sich keine wesentliche Veränderung. Daß dieselben kaudalwärts kürzer werden, ist schon früher bemerkt worden.

Lymphfollikel treten im Duodenum nur sehr sparsam auf (*lyfo*). Hier und da sieht man an der Zottenbasis zirkumskripte Infiltrationen der Propria mit Lymphozyten, die dann zwischen den Zottenbasen als kleine Kuppen hervorragen. Im Jejunum und Ileum werden die Follikel größer und treten auch häufiger auf. Schließlich finden sich neben diesen Solitärfollikeln auch noch konglobierte Follikel oder PEYERsche Noduli, aber immer nur in ganz wenigen Exemplaren. Ein solcher Nodulus entsteht durch Verschmelzung einer ganzen Zahl von Einzelfollikeln und stellt von der Fläche gesehen eine ovale Platte dar, deren Längsdurchmesser bis zu 10 mm betragen kann. Die lymphoide Masse ragt, vom Oberflächenepithel überzogen in zahlreichen Kuppen zwischen den Zotten hervor, verdrängt die LIEBERKÜHNschen Drüsen und ragt weit in die Submukosa vor, nach außen ebenfalls wieder kuppenförmig vorspringend.

Wesentlich andere Verhältnisse als der Dünndarm zeigt uns der Dickdarm. Wir wollen zunächst einen Querschnitt durch das Kolon besprechen (Fig. 55). Wie schon oben bemerkt wurde, fehlen dem Kolon die Zotten, an ihrer Stelle treten die Dickdarmwarzen auf. Während sich an dem Aufbau der Zotte ausschließlich die Propria beteiligt, geht in die Bildung der Dickdarmwarze auch die Submukosa mit der Muscularis mucosae ein. Die Warzen erreichen eine Höhe von 1—2 mm und sind auf ihrer Oberfläche mit zahlreichen Sekundärerhebungen besetzt (*sek*). Den Grundstock einer jeden Warze bildet eine spitz ausgezogene, kegelige Erhebung der Submukosa (*sumu*), überzogen von der Muscularis mucosae *mumu*). Auf die letztere folgt nach außen die Propria (*pro*), die wieder den Grundstock der Sekundärerhebungen ausmacht. Diese sind dann überzogen von dem mit zahlreichen Becherzellen durchsetzten Oberflächenepithel. Von dem letzteren senken sich zahlreiche LIEBERKÜHNsche Drüsen (*liedr*) in die Propria ein, in deren Epithel jedoch Mitosen nur höchst spärlich angetroffen werden.

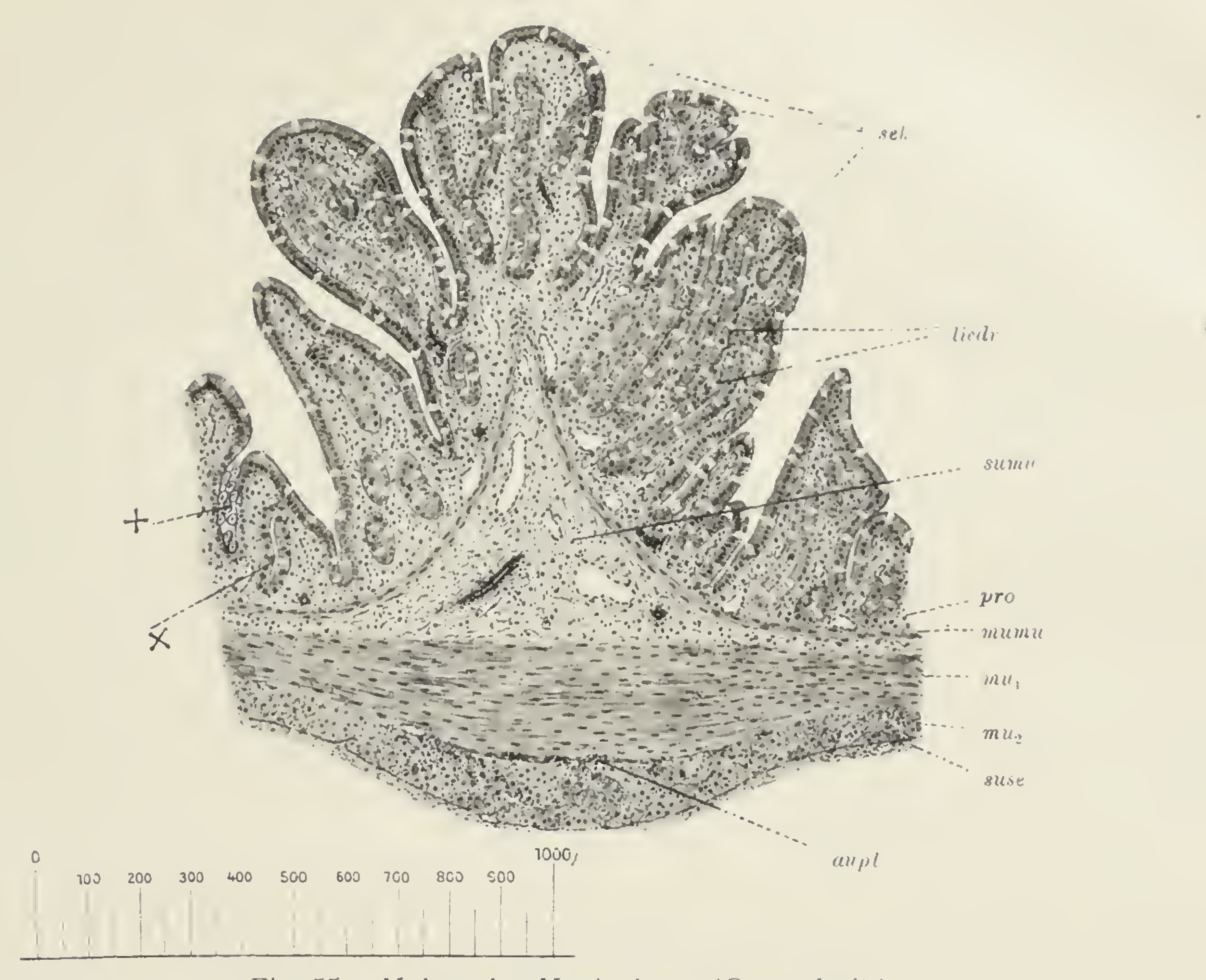


Fig. 55. Kolon des Kaninchens (Querschnitt).
sek Sekundärerhebungen einer Dickdarmwarze, *liedr* Lieberkühnsche Drüsen, *sumu* Submukosa, *pro* Propria, *mumu* Muscularis mucosae, mu_1 Ringmuskulatur, mu_2 Längsmuskulatur, *suse* Subserosa, *aupl* Auerbachscher Plexus, × Makrogameten der Eimerien im Epithel der Lieberkühnschen Drüsen, + dieselben im Drüsenlumen.

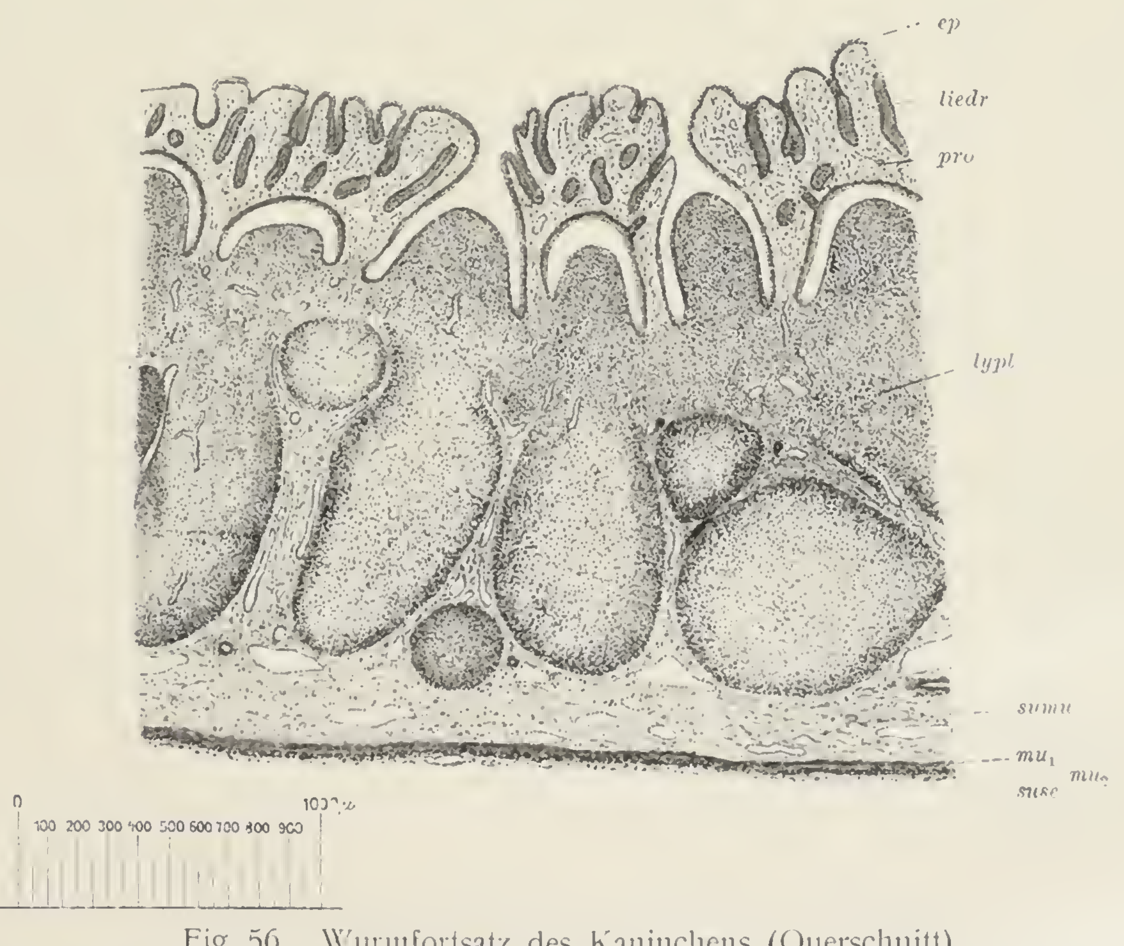


Fig. 56. Wurmfortsatz des Kaninchens (Querschnitt).
ep Oberflächenepithel, *liedr* Lieberkühnsche Drüsen, *pro* Propria, *lypl* Platte der Lymphfollikel, *sumu* Submukosa, mu_1 Ringmuskulatur, mu_2 Längsmuskulatur, *suse* Subserosa.

Die Muskularis ist beträchtlich dicker als im Dünndarm. Eine besondere Verdickung zeigt sie an den Tänien. Wie unser Schnitt lehrt, der eine Tänie im Querschnitt trifft, beteiligt sich an dieser Verdickung sowohl die Längs- (mu_2), als auch die Zirkulärmuskulatur (mu_1).

Das Zökum bietet in seinem weiten, dünnwandigen Abschnitt ähnliche Verhältnisse, wie das Kolon, nur ist die Muskulatur dünner. Die Verdickung, welche seine Wand im Sacculus rotundus und im Wurmfortsatz erfährt, beruht auf der Einlagerung lymphoider Massen, die hier zu massiven Platten zusammenfließen. Sie springen, wie unser Schnitt durch den Wurmfortsatz (Fig. 56) lehrt, in zahlreichen Kuppen ins Darmlumen vor. Nach außen läuft die Platte in zahlreiche, keulenförmige Fortsätze aus. Eine Muscularis mucosae fehlt im Bereich der lymphoiden Platte vollständig. Von den die Kuppen trennenden Furchen erheben sich Schleimhautfalten und legen sich über die Kuppen herüber, so daß in der Mitte jeder Falte eine Öffnung bleibt, welche in einen glockenförmigen, die Kuppe beherbergenden Hohlraum führt. Von der Oberfläche der Schleimhautfalten senken sich kurze LIEBERKÜHNsche Drüsen in die Propria hinein. Die Muskularis ist sehr dünn, läßt aber noch deutlich die beiden Muskellagen (mu_1 und mu_2) erkennen.

Die Wand des Mastdarms ist im ausgedehnten Zustand höchstens 0.5 mm dick, ihre innere Oberfläche vollkommen glatt. Die ungefähr 300 μ dicke Schleimhaut enthält kurze, aber außerordentlich dichtstehende Drüsen. Die Mastdarmdrüsen unterscheiden sich von den LIEBERKÜHNschen Drüsen einmal durch ihren größeren Querdurchmesser und dann dadurch, daß ihr Epithel ausschließlich aus Becherzellen besteht. Auch zwischen den langen, schmalen Zylinderzellen des Oberflächenepithels finden sich zahlreiche Becherzellen. Die Muscularis mucosae ist sehr dünn und von der Muskularis durch eine schmale, aber sehr dichte Submukosa getrennt. In der Muskularis überwiegt die Zirkulärschicht stark über die Längsschicht.

Die Blutgefäße des Darms lassen sich bei kleineren Tieren leicht vom Herzen aus injizieren. Bei großen Tieren kann man eine entsprechend feine Kanüle in einen Mesenterialast einbinden.

Jede A. intestinalis teilt sich dicht vor ihrem Eintritt in den Darm in mehrere Äste, welche die Muskularis schräg durchbohren, dabei an letztere zahlreiche Zweige abgeben und in der Submukosa einen weitmaschigen Plexus bilden. Aus dem letzteren gehen einmal feine Ästchen zu den BRUNNERschen und LIEBERKÜHNschen Drüsen, umspinnen dieselben mit einem dichten Kapillarnetz. Außerdem treten stärkere Stämmchen in die Zotte ein. Die Zottenarterie zerfällt in ihre Kapillaren, welche ein weitmaschiges Netzwerk unmittelbar unter der Basalmembran bilden. Aus dem Kapillarnetz der Zotte sammeln sich gewöhnlich 2—3 kleine Venen und ziehen zur Submukosa. Im übrigen gestaltet sich der Verlauf der Venen ganz wie der der Arterien. Auch die Lymphfollikel sind von einem weitmaschigen Blutkapillarnetz durchsetzt.

Zur Darstellung der Lymphgefäße des Darms muß man sich der Einstichinjektion bedienen. Eine mit sehr feiner, nicht zu langspitziger Kanüle armierte und mit filtrierter Berlinerblaulösung gefüllte Pravazspritze wird parallel zur Darmachse ganz oberflächlich in die Muskularis eingestochen. Man muß sich hüten zu tief einzustechen, die Kanülenspitze muß noch gut von außen zu sehen sein. Bei leichtem Injektionsdruck erscheint dann sofort ein blaues Netzwerk in der Darmwand, der subseröse Plexus. Man kann so durch vorsichtige Steigerung des Injektionsdruckes von

einer Injektionsstelle aus ziemlich weite Bezirke der Darmwand injizieren. Am leichtesten gelingt die Injektion an dem dickwandigen Kolon und Wurmfortsatz, viel schwieriger am Dünndarm.

Innerhalb des Mesenteriums verlaufen die Lymph- oder Chylusgefäße zusammen mit den Blutgefäßen, treten in die Subserosa und bilden hier den Plexus subserosus. Einen weiteren, noch viel ausgedehnteren Plexus beherbergt die Submukosa. Plexus submucosus und subserosus kommunizieren durch zahlreiche, die Muskularis durchquerende Verbindungsäste. Aus dem submukösen Plexus steigen feine Ästchen zwischen den LIEBERKÜHNschen Drüsen in die Höhe und bilden unmittelbar unter den Zottenbasen einen dritten Plexus, aus dem die zentralen Chylusräume in die Zotten hinaufsteigen. Während die Chylusgefäße innerhalb des Mesenteriums, ganz wie die Venen, mit Klappen versehen sind, sind sie innerhalb der Darmwand klappenlos. In die Lymphfollikel der Darmwand treten die Chylusgefäße nicht ein, sondern umgeben sie mit einem engmaschigen Plexus.

Die zur Darmwand tretenden Nerven stammen aus dem großen Nervenplexus der Bauchhöhle, dem Plexus coeliacus, mesentericus und hypogastricus und durchsetzen das Mesenterium in Begleitung der Blut- und Chylusgefäße. In der Darmwand bilden sie zwei Plexus, den AUERBACHschen Plexus oder Plexus myentericus und den MEISSNERschen Plexus oder Plexus submucosus. Der erstere liegt zwischen Ring- und Längsmuskulatur, der letztere innerhalb der Submukosa. Der erstere ist grobbalkiger und weitmaschiger als der letztere. Beide Plexus stehen durch Anastomosen miteinander in Verbindung. Die Balken bestehen aus Zügen markloser Nervenfasern, in den Knotenpunkten finden sich Nester sympathischer Nervenzellen, über deren Bau früher (S. 89) berichtet wurde. Aus dem AUERBACHschen Plexus treten die Fasern zur Muskulatur und enden an den glatten Muskelfasern mit kleinen Knöpfchen. Aus dem MEISSNERschen Plexus gehen die Fasern für die Drüsen, die Zotten und das Oberflächenepithel hervor. Sie bilden feine, die Drüsenkörper umspinnende und die Zotten durchsetzende Netze, denen wiederum Nervenzellen anliegen.

Beide Plexus lassen sich leicht durch die vitale Methylenblauinjektion darstellen. Eine Stunde nach der Injektion wird ein Stück des Darms herausgeschnitten und auf einer Wachsplatte, Außenfläche nach unten, ausgespannt und aufgesteckt. Man kratzt nun vorsichtig die Schleimhaut ab und verbringt das Präparat in die feuchte Kammer so lange, bis die Plexus gut gefärbt hervortreten. Fixation in Ammoniummolybdat.

Der Mastdarm mündet nach außen in den rundlichen After, umgeben von einem Schließmuskel aus quergestreiften Muskelfasern. Die Afteröffnung ist ausgekleidet von geschichtetem Plattenepithel, das sich auch noch ein Stück weit in den After erstreckt und dann in das Zylinderepithel des Mastdarms übergeht. In dem After öffnen sich die Analdrüsen (Fig. 72 *glan*). Sie liegen zu beiden Seiten des Mastdarms, zerfallen in zahlreiche, durch bindegewebige Septen getrennte Läppchen und gleichen in ihrem Bau den später zu beschreibenden Gl. inguinales tubulosae. Ihr Sekret hat jedenfalls den Zweck, die trocknen, harten Kotballen schlüpfrig zu machen.

Die Aufgabe des Darms ist einmal die in den oberen Abschnitten des Verdauungskanals begonnene Aufschließung der aufgenommenen Nahrungskörper zu vollenden, ferner die Produkte dieses Prozesses zu resorbieren und dem

Organismus zuzuführen und schließlich die unverwendbaren Reste zu eliminieren. Neben der verdauenden steht also wesentlich noch die resorptive Funktion. Zur Unterstützung der ersteren werden ihm einmal die Sekrete der beiden großen Verdauungsdrüsen, der Leber und der Bauchspeicheldrüse zugeführt, dann aber liefern die Drüsen der Darmwand selbst ein Sekret, das als Darmsaft bezeichnet wird und eine wasserhelle Flüssigkeit von stark alkalischer Reaktion darstellt. Der Darmsaft enthält neben anorganischen Bestandteilen verschiedene Fermente, darunter drei Zucker spaltende, Invertin, Laktase und Maltase, ein Eiweiß spaltendes Ferment, das Erepsin und schließlich noch die Enterokinase, welche das Protrypsin des Pankreassaftes in Trypsin umwandelt. An der Absonderung dieser Fermente beteiligt sich neben den Drüsen wohl auch das Zottenepithel, die Hauptaufgabe des letzteren aber besteht in der Resorption.

Wasser wird wohl im ganzen Darm, vor allem aber im Dickdarm resorbiert. Das gleiche gilt von den gelösten Kohlehydraten. Sie gelangen durch das Oberflächenepithel hindurch in die Blutkapillaren. Über die Resorption der durch die Wirkung von Magen- und Darmsaft gespaltenen Eiweißkörper wissen wir nur so viel, daß sie direkt in das Blut gelangen. Ob dabei den Darmleukozyten eine wichtige Rolle zufällt, ist noch nicht sicher bewiesen. Am besten sind wir über die Resorption des mikroskopisch gut nachweisbaren Fettes unterrichtet. Das Nahrungsfett wird im Darm vollständig gespalten und die dabei entstehenden Fettsäuren werden durch die Galle zur Lösung gebracht. In dieser Form werden sie von dem Zottenepithel aufgenommen, aber sofort wieder in Neutralfette umgewandelt und als solche in den zentralen Chylusraum abgegeben.

Der Darm des Kaninchen beherbergt zahlreiche Parasiten. Am häufigsten findet sich Eimeria Stiedae, ein Sporozoon aus der Ordnung der Coccidiarien. Ihre Makrogameten sieht man in den Zottenepithelien und vor allem den Epithelzellen der Lieberkühnschen Drüsen als große, grob granulierte Kugeln (Fig. 460 ×) oder frei im Drüsenlumen (+) liegen. Seltner tritt ein Autoflagellat Lamblia intestinalis auf. Von Nematoden berherbergt der Kaninchendarm sehr häufig Anguillula intestinalis, Trichocephalus unguiculatus und Oxyuris ambigua, von Cestoden Taenia pectinata.

f) Die Leber.

Die Leber des Kaninchens stellt ein massiges Organ dar von hell- oder dunkelrotbrauner Farbe, der Hauptsache nach in dem kuppelförmigen, von dem Zwerchfell begrenzten rostralsten Abschnitt der Bauchhöhle gelegen und die Ventralfläche des Magens fast vollständig bedeckend. Mit der Hauptmasse der linken Bauchhälfte angehörig, erstreckt sich das Organ über die Mittellinie herüber auch noch weit in die rechte Bauchhälfte hinein. Die Ventralfläche ist stark konvex gewölbt, die Dorsalfläche konkav ausgehöhlt. Beide Flächen stoßen kaudal in der scharfen, unregelmäßigen Kaudalkante zusammen. Rostral verdickt sich die Leber mehr und mehr und endet mit gewölbten Rand. Wir unterscheiden zunächst einen linken größeren und einen rechten kleineren Hauptlappen, getrennt durch die tiefe, schräg herabsteigende Incisura interlobularis, in der das Lig. suspensorium hepatis sich vom Zwerchfell auf die Leberoberfläche umschlägt. Jeder der beiden, dorsal und rostral durch eine breite Substanzbrücke

miteinander verbundenen Hauptlappen zerfällt wieder in einen dorsalen und ventralen Nebenlappen. Heben wir die Leber vom Magen ab, so kommen auf ihrer Dorsalfläche noch zwei weitere, kleinere Lappen zum Vorschein, der Lobus quadratus vom linken, der Lobus caudatus vom rechten Hauptlappen abgehend. Zwischen ihnen verläuft links eine Längsfurche, die Fossa longitudinalis sinistra mit dem Lig. teres hepatis, dem Rest der embryonalen Umbilikalvene, weiter rechts zieht in schrägem Verlauf die Fossa longitudinalis dextra mit der V. cava inferior im rostralen und der Gallenblase im kaudalen Teil. Senkrecht zu ihr zieht die Fossa transversa oder Porta hepatis, in der die zuführenden Blutgefäße, die V. portae und die A. hepatica sich in das Leberparenchym einsenken und die Ductus hepatici aus ihm hervortreten.

Die Leber ist auf ihrer gesamten Oberfläche vom Bauchfell überzogen, das sich vom Zwerchfell einmal in Form der Ligg. coronaria auf die rostrale Zirkumferenz des rechten und linken Lappens überschlägt und sich dann als Lig. suspensorium von ventral her in die Incisura interlobularis einsenkt. Außerdem brückt sich von der Leberpforte das Omentum minus zur kleinen Kurvatur des Magens und das Lig. hepatoduodenale zum Anfangsstück des Duodenums.

In der Leberpforte treten mehrere Ductus hepatici aus der Lebersubstanz hervor, ein größerer aus dem linken und mehrere kleinere aus dem rechten Lappen, dem Lobus quadratus und dem Lobus caudatus. Der linke Lebergang vereinigt sich mit dem aus der Gallenblase kommenden Ductus cysticus, der auch die übrigen Gänge aufnimmt zum Ductus choledochus. Er zieht rechts neben der Kardia vorbei und mündet in den Anfangsteil des Duodenums.

Die histologische Bearbeitung der Leber bietet keine nennenswerten Schwierigkeiten. Man fixiert kleine Stückchen des Organs in einer 3,5%igen Sublimatlösung, welche noch 1% Essigsäure enthält. Dünne Paraffin- und Gefrierschnitte werden mit Biondilösung oder Eisenhämatoxylin gefärbt. Übersichtsbilder über den Verlauf der Gallenwege liefert die Injektion derselben, die wir in folgender Weise gleich mit einer Blutgefäßinjektion verbinden. Man wählt ein möglichst großes Tier und tötet es durch Chloroform. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wird der Pylorus aufgesucht und nach der linken Seite vorsichtig herübergezogen. Es tritt dann der Ductus choledochus als stricknadeldicker, mit gelbgrüner Galle gefüllter Gang deutlich hervor. Seine Mündungsstelle in das Duodenum liegt ungefähr fingerbreit kaudal vom Pylorus. Nachdem mittels eines Arterienhakens ein Seidenfaden umgeführt und zur lockeren Schlinge geschürzt ist, wird in den angeschlitzten Gang eine fein ausgezogene leere, mit Gummischlauch verbundene Glaskanüle eingebunden. Ist die Einführung gelungen, so füllen sich beide sehr bald mit der dünnflüssigen Galle. Nun injiziert man sehr vorsichtig filtrierte Berlinerblaulösung. Zunächst erscheint die Masse in der Gallenblase, dann auf der Leberoberfläche. Man breche die Injektion ab, wenn sich hier größere Bezirke gefüllt haben.

Zu der nun folgenden Blutgefäßinjektion unterbinden wir zuerst in der Brusthöhle, dicht über dem Zwerchfell die V. cava inferior, dann die V. portae vor ihrem Eintritt in die Leberpforte und suchen schließlich die dicht neben der letzteren gelegene V. cava inferior auf, führen einen Faden um, und binden die mit warmer Kochsalzlösung gefüllte und mit Schlauch und Klemme armierte Glaskanüle ein. Als Injektionsmasse dient Karminleim, der am einfachsten im Paraffinofen verflüssigt und mit gut angewärmter Metallspritze injiziert wird. Die Injektion soll unvollständig sein und wird abgebrochen, sobald rote Masse in größeren Bezirken der Leberoberfläche erscheint. Nach der Injektion wird das Tier für 24 Stunden in Eis gelegt. Am nächsten Tag legt man nicht allzu kleine Stücke des Organs für 3 Tage in ein einmal gewechseltes Gemisch von 9 Teilen MÜLLERscher Flüssigkeit und 1 Teil Formalin, wäscht 24 Stunden in Wasser aus und hebt in 5%igen Formalin auf. Dicke Gefrierschnitte geben die schönsten Bilder.

In einem solchen Schnitt (Fig. 57) heben sich die einzelnen Leberläppchen, von denen in unserem Fall fünf (*lob*$_{1-5}$) getroffen sind, sehr gut voneinander

ab. Jedes hat die Form eines Prismas, in dessen Achse ein starkes Gefäß, die V. centralis (*vce*) verläuft. Sie durchsetzt etwa die halbe Länge des Läppchens und sendet dabei allseitig Kapillaren (*blkap*) aus, welche, sich netzförmig miteinander verbindend, zur Läppchenperipherie ausstrahlen, wo sie sich zu den interlobulären Venen, den Vv. interlobulares (*vilo*) sammeln. Die Vv. centrales zweigen von den ebenfalls interlobulär verlaufenden Vv. sublobulares ab, die wieder die Äste der abführenden Lebervenen darstellen. In unserem Präparat ist die rote Injektionsmasse von der V. cava inferior durch die Lebervenen und



Fig. 57. Leber vom Kaninchen (Doppelinjektion vom Ductus choledochus u. der V. cava inferior aus). lob_{1-5} Leberläppchen, *vce* V. centralis, *blkap* Blutkapillaren der Leberläppchen, *vilo* V. interlobularis, *gag* Gallengang, *gakap* Gallenkapillaren.

die Vv. sublobulares in die Vv. centrales und von hier aus in die Kapillaren des Leberläppchens vorgedrungen. Das von der Injektionsmasse zurückgedrängte Blut hat sich in den zur V. portae führenden Vv. interlobulares angestaut und dieselben prall gefüllt. Wir haben also eine rückläufige Injektion ausgeführt, der Blutstrom läuft auf dem umgekehrten Weg durch die Leber. Wie unser Präparat zeigt, besteht zwischen benachbarten Leberläppchen keine strenge Sonderung, die Kapillarbezirke der Läppchen greifen an vielen Stellen ineinander über.

Die Blutkapillaren eines jeden Läppchens bilden ein schwammartiges Netzwerk. Die in ihm ausgespaarten Hohlräume werden vollkommen ausgefüllt durch die Leberzellbalken, die also auch wieder ihrerseits ein Netzwerk mit radiär

gestellten Maschen bilden. Durch den starken Injektionsdruck ist in unserem Präparat das Blutkapillarnetzwerk ad maximum ausgedehnt und das Netzwerk der Leberzellbalken tritt infolgedessen stark zurück. Ebenso wie die Gefäßbezirke, so gehen auch die Leberzellbalken benachbarter Läppchen vielfach ineinander über. Das ist bei den meisten, aber nicht bei allen Säugetieren so. In der Leber des Schweins z. B. wird jedes Läppchen durch bindegewebige Scheidewände gegen seinen Nachbarn vollkommen abgeschlossen.

Die Verzweigungen der Lebergänge, Ductus hepatici, die interlobulären Gallengänge (*gag*) verlaufen zusammen mit den Vv. interlobulares, sie vielfach netzförmig umstrickend. Jeder interlobuläre Gallengang schickt auf seinem Verlauf zwischen den Leberläppchen Äste in die letzteren hinein, die sich mehrfach aufspaltend zu den Gallenkapillaren (*gakap*) werden. Die interlobulären Gänge sind ausgekleidet mit einer einfachen Schicht von Zylinderzellen und umgeben von einer bindegewebigen Membrana propria. Je feiner die Gänge werden, um so niedriger wird das Epithel und um so weniger Zellen umstehen das Ganglumen. Bei dem Übergang der feinsten, von drei bis vier Epithelzellen auf dem Querschnitt ausgekleideten Gänge in die Gallenkapillaren treten an die Stelle der Epithelzellen die Leberzellen oder mit anderen Worten, die Gallenkapillaren kommen in die Achse der Leberzellbalken zu liegen. Daraus folgt einmal, daß die Leberzellen das Epithel der Gallenkapillaren sind, ferner, daß die Gallenkapillaren, ebenso wie die Blutkapillaren ein Netzwerk bilden und schließlich, daß Gallenkapillaren und Blutkapillaren nirgends miteinander in Berührung treten können, denn sie werden ja beide stets durch die Substanz der Leberzellen voneinander getrennt.

In einem mit Biondilösung gefärbten Schnitt durch die in Sublimatessigsäure fixierte Leber zeigen die Leberzellen unregelmäßig prismatische Form. Ist der Leberbalken quer getroffen, so erscheint in seiner Mitte der ca. 2 μ im Durchmesser haltende, kreisrunde Querschnitt der Gallenkapillare. Der Zellbalken setzt sich auf dem Querschnitt immer nur aus zwei Zellen zusammen, so daß die Gallenkapillare die Mitte des die beiden Zellen trennenden Konturs einnimmt. Der Kern liegt stets in des Mitte der Leberzelle. Gar nicht selten findet man die Kerne in mitotischer Teilung und sehr häufig sind die Zellen zweikernig. Die ebenfalls recht häufigen chromatolytischen Figuren sprechen dafür, daß die Kernsubstanz bei der Drüsentätigkeit der Leber verbraucht wird. Der Zellkörper enthält meist ein deutlich netzmaschiges Protoplasma. In den Maschen liegen körnige oder schollige Massen von Glykogen und feinere oder gröbere Fettröpfchen.

Die Leber ist auf ihrer gesamten Oberfläche von einer bindegewebigen Kapsel, der Glissonschen Kapsel, überzogen, der außen das Peritonealepithel aufliegt. Mit den Blutgefäßen und Lebergängen dringt dieses Bindegewebe an der Leberpforte in das Parenchym ein, begleitet und umhüllt sie. Wir finden so auf unseren Schnitten zwischen den Leberläppchen an vielen Stellen kleine Bindegewebsinseln, innerhalb deren Blutgefäß- und Gallengangsquerschnitte hervortreten. In den Leberläppchen läßt sich mit unseren gewöhnlichen Methoden z. B. mit Pikrofuchsin Bindegewebe nicht mehr nachweisen, die Versilberung nach Bielschowsky tut jedoch dar, daß sie von einem ausgedehnten Netz zum Teil recht grober Fasern durchsetzt werden, den sogen. Gitterfasern.

Es liegt zwischen Blutkapillaren und Leberzellbalken und geht an der Läppchenperipherie in jenes interlobuläre Bindegewebe über.

Die Blutgefäßversorgung der Leber, die ja in dem Vorausgegangenen schon zum Teil abgehandelt wurde, ist eine doppelte. Das sauerstoffarme, funktionelle Blut fließt der Leber durch die V. portae zu, die das Blut aus dem gesamten Magendarmkanal aufnimmt und sich in der Leberpforte in einen Ast für den rechten und linken Lappen teilt. Das sauerstoffreiche Ernährungsblut führt die A. hepatica. Ihre Zweige schließen sich eng denen der Pfortader und der Lebergänge an und lösen sich bereits im interlobulären Bindegewebe in Kapillaren auf.

Die Gallenblase stellt ein Gallenreservoir dar, das sich vom Ductus cysticus aus füllt und durch den Ductus choledochus zu gelegener Zeit seinen Inhalt in das Duodenum entleert. Ihre Wand hat nur eine Dicke von 200—300 μ und wird von einer Schleimhaut ausgekleidet, welche in niedrigen Netzfalten ins Innere vorspringt. Das Epithel ist ein einfaches Zylinderepithel, auf seiner freien Fläche von einem homogenen Kutikularsaum überzogen. Eine Basalmembran fehlt. Die Propria besteht aus einem lichten, feinfaserigen Bindegewebe und wird nach außen abgeschlossen durch eine lockere Schicht zirkulär verlaufender, glatter Muskelfasern. Hier und da finden sich, immer aber äußerst spärlich auch dünne Längsfaserbündel. Schließlich folgt nach außen eine bindegewebige Adventitia, auf der dorsalen Blasenfläche vom Bauchfell überzogen, während sie auf der ventralen Blasenfläche mit der GLISSONschen Kapsel verschmilzt.

Die Leber hat beim erwachsenen Tier eine doppelte Funktion. Einmal liefert sie, wie jede andere Drüse, ein ihr eigentümliches Sekret, die Galle, dann produziert sie in ihren Zellen Stoffe, die sie direkt an die Blutbahn abgibt und die durch letztere dem Organismus zugeführt, hier weiter verbraucht oder eliminiert werden. Die Galle des Kaninchens ist eine gelbgrüne, leicht tropfbare Flüssigkeit von intensiv bitterem Geschmack und alkalischer Reaktion. Sie enthält einmal als Abbauprodukte des Nahrungseiweißes die Gallensalze und dann als Abkömmlinge des Blutfarbstoffs die Gallenfarbstoffe. Die Hauptbedeutung der in den Darm entleerten Galle besteht darin, daß sie die dort aus dem Nahrungsfett abgespaltenen Fettsäuren zur Lösung bringt und das Fett spaltende Ferment des Pankreas aktiviert.

Die aus der Leber auf dem Weg des Blutstroms abgeführten Produkte sind das Glykogen und der Harnstoff. Das erstere wird aus dem vom Darm durch die Portalvene zugeführten Zucker gebildet und in den Leberzellen als Reservestoff deponiert, um zu gelegener Zeit an das Blut abgegeben zu werden. Der Harnstoff, eins der wichtigsten Zersetzungsprodukte des Nahrungseiweißes wird nicht ausschließlich in der Leber, sondern auch in vielen anderen Organen gebildet.

g) Das Pankreas.

Das Pankreas, die Bauchspeicheldrüse, liegt zwischen dem absteigenden und aufsteigenden Duodenalschenkel und breitet sich in ganz flacher Schicht zwischen den beiden Platten der die Duodenalschenkel verbindenden Mesenterialfalte aus. Es ist ein baumförmiges Gebilde mit dem Ductus pan-

creaticus als Stamm. Der letztere mündet ungefähr in der Mitte des aufsteigenden Duodenalschenkels und läuft von hier zwischen und parallel mit beiden Schenkeln rostralwärts, gibt dabei fortwährend Seitenzweige ab, die von den platten Läppchen der Drüsensubstanz umgeben sind.

Das dünne, vollkommen durchsichtige Organ liefert ein vorzügliches Objekt zur Untersuchung im frischen Zustand. Die Mündungsstelle des Ganges ist leicht zu finden und die Drüse von hier aus auch unschwer zu injizieren.

In jedes Läppchen tritt ein Zweig des Ausführungsganges (Fig. 58 *aufg*) ein und zerfällt hier in mehrere Schaltstücke (*schst*), an denen dann die stark in die Länge gezogenen Alveolen (*alv*) hängen. Das Pankreas ist demnach eine

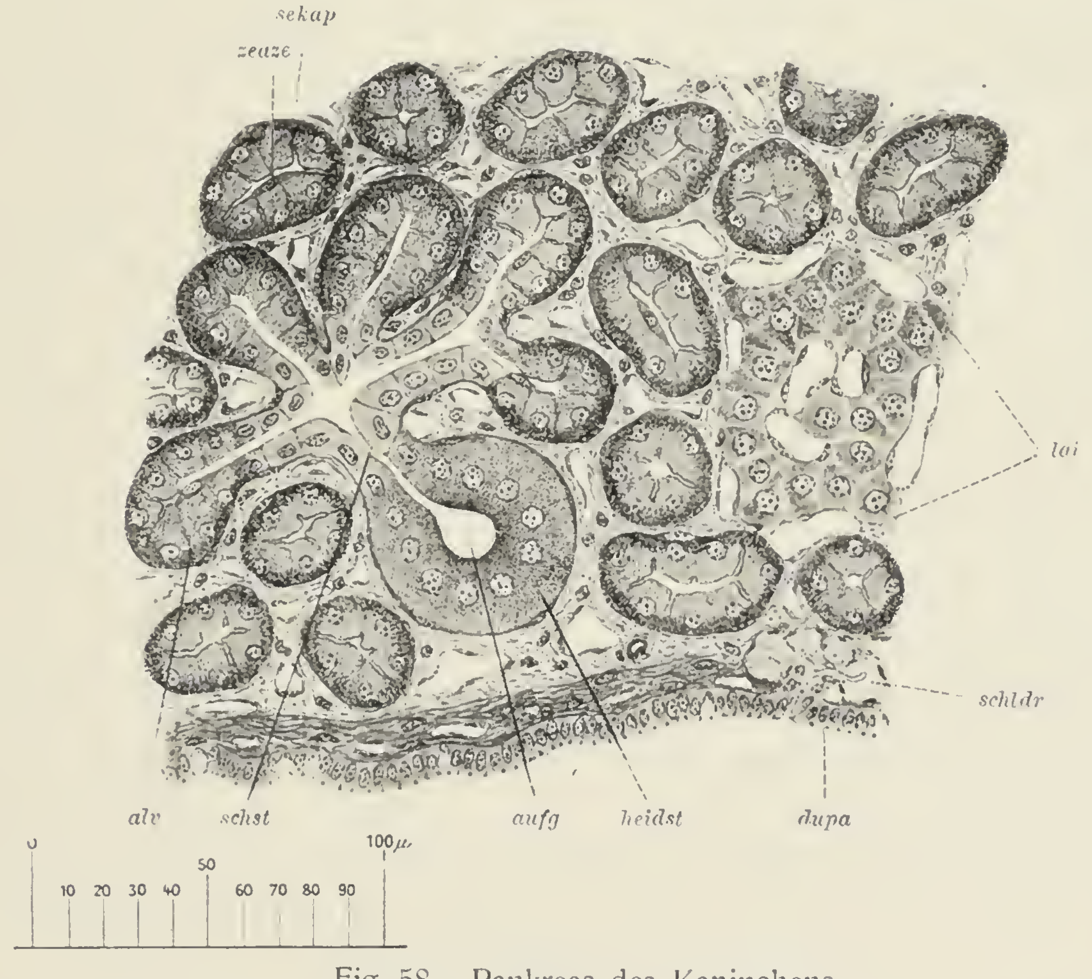


Fig. 58. Pankreas des Kaninchens.
dupa Epithel des Ductus pancreaticus, *schldr* Schleimdrüse in seiner Wand, *aufg* kleiner Ausführungsgang mit Heidenhainschen Stäbchen (*heidst*), *schst* Schaltstück. *alv* Alveolen, *zeaze* zentroazinäre Zellen, *sekap* Sekretkapillaren, *lai* Langerhanssche Insel.

zusammengesetzte, verzweigt alveoläre Drüse. Der Ductus pancreaticus wird ausgekleidet von einem einfachen Zylinderepithel, zwischen dessen Zellen zahlreiche Becherzellen sich finden (Fig. 58 *dupa*). Er enthält außerdem in seiner Wand kleinste Schleimdrüsen (*schldr*). In den feineren Zweigen wird das Lumen enger, die Zellen werden höher (*aufg*) und zeigen deutlich Heidenhainsche Stäbchen (*heidst*). Beim Übergang in die Schaltstücke werden die Zellen niedrig kubisch und verlieren die Stäbchenstruktur. Die Alveolen sind dicker als die Schaltstücke, die auskleidenden Zellen hochkubisch oder konisch. Für das Kaninchenpankreas ist das Vorhandensein der zentroazinären Zellen (*zeaze*) äußerst charakteristisch. Es schieben sich nämlich die Schaltstückszellen als flache Platten in das Lumen der Alveolen vor, so daß das letztere zunächst von den zentroazinären Zellen begrenzt wird, auf die dann nach außen

erst das Alveolarepithel folgt. Doch bilden die zentroazinären Zellen keine kontinuierliche Auskleidung, sondern finden sich nur zerstreut im Alveolarlumen, das außerdem noch kurze blindendigende Sekretkapillaren (*sekap*) zwischen die Alveolarzellen ein Stück weit vortreibt.

Im frischen Zustand zeigen die Alveolarepithelien eine innere dunklere und eine äußere lichte Zone. Die erstere setzt sich aus ziemlich groben Sekretkörnern zusammen, die letztere enthält dichtes, fädiges Protoplasma. An der Grenze beider Zonen liegt der kuglige Kern. Im Hunger ist die Körnerzone breit, die Protoplasmazone schmal, während der Verdauung nimmt die erstere durch Ausstoßung der Sekretkörner mehr und mehr ab. Im fixierten gefärbten Präparat haben wir das umgekehrte Verhältnis, die Innenzone erscheint jetzt durch Auflösung der Sekretkörner hell und von netzmaschigem Protoplasma erfüllt. Das Protoplasma der Außenzone dagegen färbt sich außerordentlich intensiv, es enthält fadenförmige Mitochondrien, aus denen sich die Sekretkörner bilden.

Innerhalb der Pankreasläppchen treten ferner als kuglige Haufen von 100 bis 200 μ Durchmesser die LANGERHANSschen Inseln (*lai*) hervor. Sie grenzen sich gegen die umgebenden Alveolen nicht immer ganz scharf ab und setzen sich aus prismatischen oder polyedrischen Zellen mit ziemlich großem Kern zusammen. Das Protoplasma ist homogen oder ganz schwach granuliert. Die Haufen sind immer reichlich vaskularisiert. Am schönsten treten sie hervor, wenn man Gefrierschnitte von Formalinmaterial mit einer ganz dünnen Kresylviolettlösung färbt. Es heben sich dann die hellgelben Inseln sehr gut von dem dunkelblau gefärbten Drüsenparenchym ab.

Das Sekret der Drüse, der Bauchspeichel oder Pankreassaft, ist eine farblose, fadenziehende, in der Kälte gelatinierende, in der Hitze gerinnende Flüssigkeit von alkalischer Reaktion. Es enthält fünf Fermente, ein Stärke in Zucker verwandelndes (Amylopsin), ein Fett spaltendes (Steapsin), ein Eiweiß verdauendes (Trypsin), ein Milch verkäsendes (Labferment) und ein Glukose spaltendes Ferment. Das Trypsin ist im Pankreassaft in der Form des Protrypsins enthalten, aus dem es erst im Darm durch die Einwirkung der Enterokinase entsteht. Was die physiologische Bedeutung der LANGERHANSschen Inseln anlangt, so haben experimentelle Forschungen dargetan, daß wir in ihnen eine Drüse mit innerer Sekretion sehen müssen. Sie liefern ein Sekret, welches direkt in die Blutbahn abgegeben wird und einen spezifischen Einfluß auf den Zuckerumsatz im Körper ausübt.

10. Die Atmungsorgane.

Die Atmungsorgane gliedern sich in einen rostralen, einen mittleren und einen kaudalen Abschnitt, dargestellt durch die paarige Nasenhöhle, den unpaaren Kehlkopf mit der Luftröhre und die paarigen Lungen mit den Bronchen. In der Nasenhöhle wird die Atmungsluft angewärmt und mit Feuchtigkeit gesättigt und gelangt durch den Pharynx in den Kehlkopf und die Luftröhre, die sie vermittels der paarigen Bronchen an die Lungen weitergeben. Da wir den Bau der Nasenhöhle bereits beim Geruchsorgan abgehandelt haben, wenden wir uns zur Besprechung des Kehlkopfs.

a) Der Kehlkopf.

Der Kehlkopf stellt ein 8—10 cm langes, kaudal sich etwas verengerndes, seitlich schwach komprimiertes Rohr dar. Er schließt sich kaudal direkt an die Zunge an, liegt ganz oberflächlich in der Mittellinie des Halses und hat dorsalwärts den Pharynx und den Anfangsteil des Schlundes, ventralwärts nur die oberflächlichen Halsmuskeln und die Haut vor sich (Fig. 16 *lar*). Der Kehlkopfeingang führt in den Pharynx und kann durch den beweglich mit der ventralen Kehlkopfwand verbundenen Kehldeckel verschlossen werden.

Das Gerüst des Kehlkopfs wird gebildet von sechs Knorpeln, drei unpaaren und drei paarigen. Der Schildknorpel, Cartilago thyreoidea (Fig. 16 *cathyr*) hat die Form eines Schildes mit medianem Längskiel. Seine konvexe Außenfläche wendet sich ventral, seine Seitenteile laufen rostral in einen längeren, kaudal in einen kürzeren Fortsatz aus, Cornua superiora bzw. inferiora. Erstere sind, ebenso wie der ganze rostrale Rand des Knorpels durch band- oder membranartige Bildungen, Ligg. thyreohyoidea und Membrana thyreoidea mit dem Körper und den großen Hörnern des Zungenbeins verbunden.

Rostral schließt sich an den Schildknorpel die Cartilago epiglottidis (*epgl*). Sie ist von sattelförmiger Gestalt und liegt mit ihrer in zwei spitze Fortsätze, die Hamuli auslaufenden kaudalen Hälfte hinter dem rostralen Rand des Schildknorpels verborgen, mit dem sie charnierartig verbunden ist. Außerdem wird sie mit der Zungenwurzel durch die Ligg. glossoepiglottica und mit den großen Zungenbeinhörnern durch die Ligg. hyoepiglottica verbunden.

Der Ringknorpel, Cartilago cricoidea (*cacri*) besteht aus einem ventralen hufeisenförmigen Stück, dem Arcus mit rostralwärts gebogenen Schenkeln und einer dorsalen viereckigen Platte, der Lamina, welche sich in die dorsale Öffnung des Schildknorpels einfügt und so die Hauptmasse der dorsalen Kehlkopfswand bildet. Der schräg von der Lamina abgehende Arcus umzieht das Kehlkopflumen und ist mit dem kaudalen Rand des Schildknorpels durch das Lig. cricothyreoidum verbunden. An den Arcus schließt sich der erste Trachealring an, beide verbindet das Lig. cricotracheale.

Dem rostralen Rand der Lamina sitzen die paarigen, dreieckigen Gießbeckenknorpel, Cartilagines arytaenoideae, und der dorsalen Ecke jeder derselben, dem Apex, wieder die kleine Cartilago corniculata (Santorini) auf. Die laterale Ecke des Gießbeckenknorpels bildet den Proc. muscularis, die mediale den Proc. vocalis. Von dem letzteren läuft im Kehlkopfinnern das Lig. vocale in sagittaler Richtung zur Medianlinie des Schildknorpels. Beide Ligg. vocalia liegen dicht nebeneinander und bilden einen dorsalwärts offenen, spitzen Winkel miteinander. Rostral von ihnen verlaufen in ähnlicher Weise die Ligg. ventricularia. Die Gießbeckenknorpel sind mit dem Ringknorpel gelenkig verbunden, die Gelenkkapsel wird durch das Lig. cricoarytaenoideum verstärkt.

Der letzte der Kehlkopfknorpel, die Cartilago cuneiformis (Wrisbergi) liegt jederseits unmittelbar neben der Cartilago corniculata in einer Schleimhautfalte, der Plica aryepiglottica, die sich vom Gießbeckenknorpel als seitliche Begrenzung des Kehlkopfeingangs zum Kehldeckel hinzieht.

Zur gegenseitigen Bewegung der Kehlkopfknorpel, vor allem der Gießbeckenknorpel dienen sieben, größtenteils paarige, quergestreifte Muskeln,

deren Hauptmasse, die inneren Kehlkopfmuskeln, erst nach Abtragung des Schildknorpels zum Vorschein kommen. Als äußerer Kehlkopfmuskel ist nur der M. cricothyreoideus zu bezeichnen, der von der Außenfläche des Arcus zum kaudalen Rand des Schildknorpels zieht. Von den inneren Kehlkopfmuskeln inserieren am Proc. muscularis die Mm. cricoarytaenoideus posterior, cricoarytaenoideus lateralis und arytaenoideus transversus. Der erste entspringt von der Lamina, der zweite vom Arcus und der dritte unpaare verbindet die beiderseitigen Proc. musculares. Der paarige M. vocalis liegt zusammen mit M. thyreoarytaenoideus lateralis dem Lig. vocale auf und läuft vom Proc. vocalis zum Schildknorpel. Dazu kommt noch der schräg rostral vom Schildknorpel zur Epiglottis steigende M. thyreoepiglotticus.

Das Kehlkopfinnere wird ausgekleidet von einer Schleimhaut, die sich einerseits als Fortsetzung der Zungenschleimhaut auf den Kehldeckel und andererseits als Fortsetzung der Pharynxschleimhaut jederseits als Plica aryepiglottica auf den Kehlkopfeingang überschlägt. Innerhalb des Kehlkopflumens springen zwei sagittale Schleimhautfalten vor, die Taschenfalte, Plica ventricularis (Fig. 16 *plive*) und die etwas weiter kaudal gelegene Stimmfalte, Plica vocalis (*plivo*). Zwischen beiden liegt eine bald seichte, bald tiefere Grube, der Ventriculus laryngis (MORGAGNI). Zwischen den beiderseitigen Stimmfalten bleibt ein spaltförmiger Zwischenraum, die Stimmritze, Rima glottidis. Jenseits der Stimmfalte geht die Kehlkopfschleimhaut allmählich ohne scharfe Abgrenzung in die Luftröhrenschleimhaut (*tra*) über.

Für die histologische Bearbeitung wird der Kehlkopf am besten in Verbindung mit Zunge, Schlund, Luftröhre und Lunge in folgender Weise herausgenommen. Nachdem die Haut vom Kinn bis zur Symphyse in der Mittellinie gespalten und seitlich abpräpariert ist, wird der Thorax durch Abtragen von Rippen und Brustbein eröffnet. Dann löst man von außen her die Muskulatur von der Innenfläche des Unterkiefers los und kann nach Durchtrennung der Schleimhaut des Mundhöhlenbodens die Zunge nach außen ziehen, den Pharynx von der Schädelbasis abpräparieren und Kehlkopf, Trachea und Schlund im Zusammenhang frei machen. Wird nun noch das Herz mit den großen Gefäßen entfernt, so folgt die Lunge einem leichten Zug aus dem Thorax. Von dem herausgenommenen Präparat wird die Lunge in Verbindung mit einem Stück Luftröhre abgetrennt und in später zu besprechender Weise verarbeitet. In den Schlund führt man ein entsprechend weites Glasrohr ein und fixiert das Präparat in BOUINscher Flüssigkeit. Den kaudalen Teil des Präparats, Luftröhre und Schlund nur umfassend, bettet man in Paraffin ein und fertigt davon Querschnitte an, der rostrale Teil mit Kehlkopf, Pharynx und Zunge wird in absolutem Alkohol durch einen sagittalen Medianschnitt gespalten und in Zelloidin eingebettet. Die eine Hälfte dient zur Anfertigung sagittaler, die andere zur Herstellung transversaler Längsschnitte. Die letzteren ergeben für den Kehlkopf die besten Bilder.

Von der Zungenwurzel dringt das geschichtete Plattenepithel zunächst auf die Ventralfläche des Kehldeckels vor, die es vollkommen bekleidet, um von ihr auch auf die Dorsalfläche überzutreten. Hier macht es aber nur einen schmalen Saum aus, während Mitte und Basis der dorsalen Kehldeckelfläche ein zweizeiliges, flimmerndes Zylinderepithel tragen. Auch die seitlich den Kehlkopfeingang begrenzenden Plicae aryepiglotticae sind von geschichtetem Plattenepithel überzogen, das jedoch ebenfalls sehr bald dem Flimmerepithel Platz macht, welches nun das gesamte Kehlkopfinnere mit Ausnahme der Stimmfalten überzieht.

Den Bau der Stimmfalte untersucht man am zweckmäßigsten an transversalen Längsschnitten. Unser in Fig. 59 dargestellter Schnitt fällt ziem-

lich weit dorsal, so daß noch die Cartilago arytaenoidea mit ihrem Proc. vocalis (*provo*) getroffen ist. Rostral von letzterem springt das Stimmband (*stifa*) oder richtiger die Stimmfalte als wulstige Schleimhautfalte in das Kehlkopflumen vor. Weiter rostral folgt ein weniger stark hervortretender Schleimhautwulst, die Taschenfalte (*tafa*). Zwischen beiden buchtet sich der Ventriculus laryngis (*vela*) ein. Er flacht sich ventralwärts mehr und mehr ab, so daß dann Stimmfalte und Taschenfalte nur durch eine seichte Mulde voneinander getrennt sind.

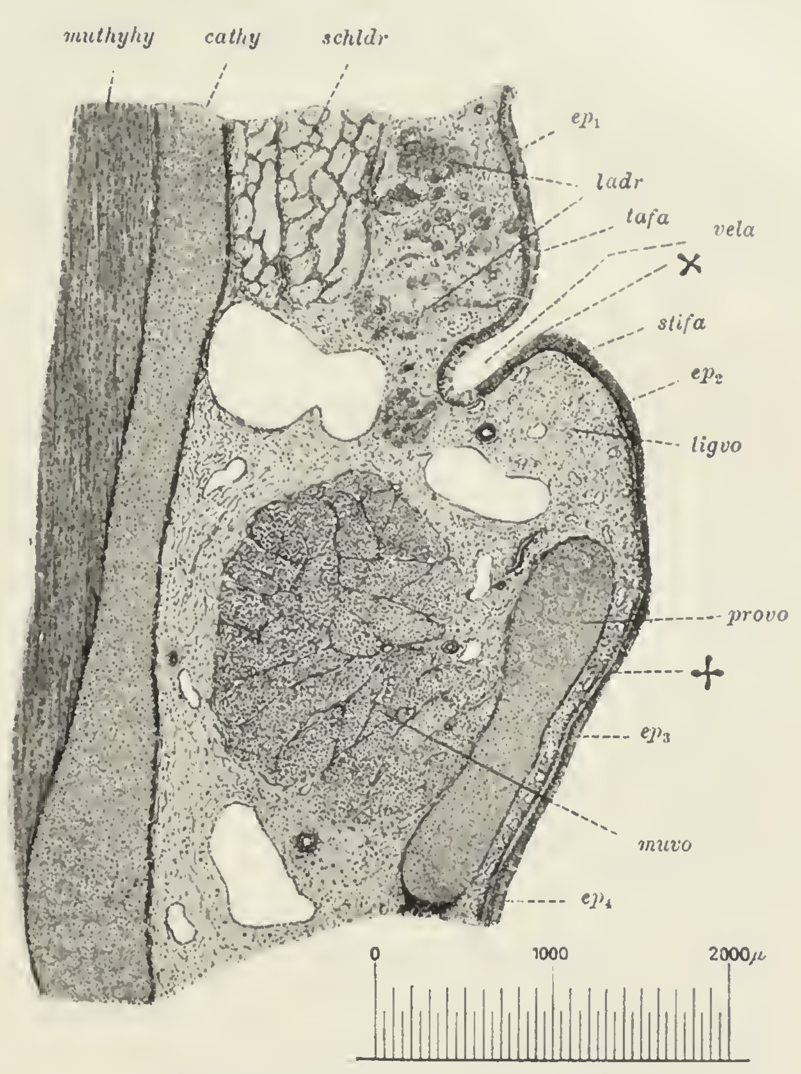


Fig. 59. Kehlkopf des Kaninchens (Transversaler Längsschnitt).
muthyhy M. thyreohyeoideus, *cathy* Cartilago thyreoidea, *schldr* Schleimdrüsen, ep_1 Flimmerepithel, *ladr* Kehlkopfdrüsen, *tafa* Taschenfalte, *vela* Ventriculus laryngis, × Übergang des Flimmerepithels in das geschichtete Epithel (ep_2) der Stimmfalte (*stifa*), *ligvo* Lig. vocale, *provo* Proc. vocalis der Cartilago arytaenoidea, + Übergang des geschichteten Epithels in das Zylinderepithel (ep_3) der Kehlkopfmitte, *muvo* M. vocalis, ep_4 Flimmerepithel der kaudalen Kehlkopfpartie.

Die Grundlage der Stimmfalte bildet das früher erwähnte Lig. vocale (*ligvo*), bestehend aus feinen, längsverlaufenden elastischen Fasern, die von zahlreichen kollagenen Fasern begleitet sind. Die Stimmfalte wird überzogen von geschichtetem Plattenepithel (ep_2), an das sich innerhalb des Ventrikels (X) das Flimmerepithel anschließt. Auf der freien Kante der Stimmfalte erreicht dieses Plattenepithel seine größte Dicke, verdünnt sich kaudalwärts und geht zunächst (+) in einfaches niedriges Zylinderepithel (ep_3), dann erst in typisches Flimmerepithel (ep_4) über.

Die Propria der Kehlkopfschleimhaut ist reich an elastischen Fasern. Sie bilden unmittelbar unter dem Epithel ein dichtes Stratum, das aber erst kaudalwärts in der Trachea seine größte Mächtigkeit erreicht. Auf das elastische Stratum folgt ein von zahlreichen Blutgefäßen durchsetztes Bindegewebe.

Die Kehlkopfschleimhaut ist auch reich an Drüsen, ganz drüsenfrei ist nur das Gebiet der Stimmfalte, drüsenarm sind ferner die Stellen, an welchen die Schleimhaut den Knorpeln eng anliegt. Es sind kleine, verzweigt alveoläre Einzeldrüsen (*ladr*), die sich mit kurzen Ausführungsgängen in das Kehlkopflumen öffnen. Sie sind stets gemischter Natur, enthalten in der Hauptsache seröse Zellen, daneben aber auch Schleimzellen.

Neben diesen eigentlichen Kehlkopfdrüsen zeigt unser Schnitt noch, der Innenfläche des Schildknorpels (*cathy*) aufgelagert, ein starkes Paket reiner

Schleimdrüsen (*schldr*). Sie haben aber mit dem Kehlkopf nichts zu tun, ihre Ausführungsgänge öffnen sich auf der Ventralfläche des Kehldeckels.

Von den Kehlkopfmuskeln erscheint in unserem Schnitt nur die quergetroffene Fasermasse des M. vocalis (*muvo*), lateral von der Stimmfalte und von ihr durch einen breiten venösen Sinus getrennt. Die zu zahlreichen Bündeln zusammengeschlossenen, quergestreiften Fasern des Muskels sind auffallend dünn.

Die Kehlkopfknorpel sind zum weitaus größten Teil Hyalinknorpel. Nur in der Epiglottis und in der Spitze des Proc. vocalis finden sich innerhalb der hyalinen Grundsubstanz Netze feiner, elastischer Fasern, so daß wir also hier elastische Knorpel vor uns haben.

b) Die Luftröhre und die Bronchien.

An das kaudale Kehlkopfende schließt sich unmittelbar die Luftröhre, Trachea an und läuft als 5—6 mm weites Rohr von nahezu kreisförmigem Querschnitt direkt ventral vom Schlund, bedeckt von den Mm. sternohyoideus und sternothyreoideus, der Halsfaszie und der äußeren Haut zur oberen Brustapertur, wo sie sich in der Höhe des vierten Thorakalwirbels gablig in die beiden Hauptbronchien teilt. Die letzteren bilden einen kaudalwärts offenen, stumpfen Winkel. Der rechte Bronchus ist kürzer und weiter als der linke und gibt vor seinem Eintritt in die rechte Lunge einen eparteriellen Seitenbronchus ab. Die Teilungsstelle der Trachea liegt dorsal von der Teilungsstelle der A. pulmonalis, deren beide Äste mit den Bronchien zusammen in die Lungen eindringen. Der linke Bronchus liegt dorsal vom Aortenbogen. Der ventral vor dem Luftröhrenende aus dem Aortenbogen entspringende Truncus anonymus teilt sich alsbald in die rechte und linke A. carotis communis, die zu beiden Seiten der Luftröhre bis zum Kehlkopf in die Höhe steigen. Dorsal und etwas lateral von der Arterie trifft man auf den N. vagus und den N. sympathicus.

Die Luftröhre wird gestützt durch 50 Knorpelspangen, deren erste (Fig. 16 *trakno*) noch von dem Arcus cartilaginis cricoideae verdeckt wird. Jede Spange hat die Form eines dorsal offenen Ringes, ihre Höhe nimmt kaudalwärts ab. Auch die beiden Stammbronchien werden noch von solchen Knorpelspangen gestützt. Jede Knorpelspange wird mit ihren Nachbarn durch ein kurzes, bindegewebiges Band, das Lig. anulare verbunden.

Die Luftröhre und Bronchien auskleidende Schleimhaut wird bedeckt von einem zweizeiligen flimmernden Zylinderepithel von 50 μ Dicke, als Fortsetzung des Kehlkopfepithels. Unter dem Epithel liegt ein dickes Stratum längsverlaufender, elastischer Fasern, dann folgt die von zahlreichen Blutgefäßen durchsetzte Propria, die ihre größte Mächtigkeit auf der Dorsalseite erreicht, wo die knorplige Grundlage fehlt.

In der Propria finden sich zahlreiche Drüsen, verzweigt alveoläre Einzeldrüsen, welche sich mit je einem kurzen Ausführungsgang auf der Schleimhaut öffnen. Sie gleichen den Kehlkopfdrüsen. Ihre Zahl nimmt kaudalwärts ab. Hauptsächlich sitzen sie in den Knorpelinterstitien und im Bereich der knorpelfreien Dorsalwand.

Die Knorpel der Luftröhre sind Hyalinknorpel. Das sie umgebende Perichondrium geht direkt in die Ligg. anularia über. Außen sitzt den Knorpeln

eine lockere, bindegewebige Adventitia auf, welche die Luftröhre mit den benachbarten Organen, vor allem mit den Schlund verbindet.

Außerdem besitzt die Luftröhre eine Muskulatur, in ihrer Gesamtheit als M. trachealis bezeichnet. Bündel glatter Muskelfasern ziehen vom einen Ende einer jeden Knorpelspange zum anderen und heften sich an der Außenfläche der Spangen an, so daß bei ihrer Kontraktion der Ring vollkommen geschlossen wird.

c) Die Lungen.

Die Lungen stellen im aufgeblasenen Zustand zwei ungefähr pyramidenförmige Körper dar, deren Spitze rostral sieht und deren ausgehöhlte Basis auf dem Zwerchfell ruht. Ihre Farbe ist ein lebhaftes Hellrot. Die kleinere, linke Lunge zerfällt durch eine tiefe, schräg verlaufende Einkerbung in einen Ober- und einen Unterlappen, an der größeren rechten Lunge, haben wir drei Lappen, einen Ober-, Mittel- und Unterlappen. In den Oberlappen einer jeden Lunge treten auf seiner medialen Fläche, im Lungenhilus die Bronchien und die großen Blutgefäße ein, im übrigen ist die Lungenoberfläche frei beweglich in die Pleurahöhle eingeschlossen. Jede Lunge ist auf ihrer ganzen Oberfläche von einer serösen Membran, der Pleura pulmonalis überzogen; sie ist mit der Oberfläche der Lungenlappen fest verwachsen und schlägt sich am Hilus auf die innere Wand des Thorax als Pleura costalis über, überzieht von hier aus das Zwerchfell, einen Teil des Herzbeutels und den die beiden Lungen medial trennenden Raum, das Mediastinum. Es entsteht so in jeder Brusthälfte ein allseitig abgeschlossener Hohlraum, der Pleurasack, in dem die Lunge frei aufgehängt ist. Nur ihr Unterlappen ist durch das Lig. pulmonale in Verbindung mit dem Pleuraüberzug des Zwerchfells.

Um brauchbare Übersichtsbilder von der Lunge zu erhalten, muß das in der früher angegebenen Weise (S. 128) herausgenommene Organ von der Luftröhre aus mittels eines eingebundenen Trichters mit $10^{0}/_{0}$igem Formalin oder mit Bouinscher Flüssigkeit gefüllt werden. Nach vollkommener Füllung wird die Luftröhre fest abgebunden und das ganze Organ in die gleiche Flüssigkeit eingesenkt. Man färbt dicke Gefrierschnitte mit Biondilösung oder zunächst mit Hämalaun und dann nacheinander mit Resorzinfuchsin und Pikrofuchsin.

Die Lunge ist nach dem Schema einer zusammengesetzten, verzweigt alveotubulären Drüse gebaut. Die Stammbronchien geben die Seitenbronchien ab, welche sich zunächst monopodisch, später dichotomisch unter allmählicher Kaliberabnahme verzweigen. Aus der Verzweigung der feinen Bronchien gehen die Bronchiolen (Fig. 60 *bro*), aus der Verzweigung der letzteren die Bronchioli respiratorii (*broresp*) hervor. Sie zeigen in ihrer Wand blasige Vorbuchtungen, die Alveolen (*alv*) und teilen sich in mehrere, wiederum mit Alveolen besetzte Alveolargänge (*alvg*), von denen jeder in einem Infundibulum (*inf*) endet.

Die das Hohlraumsystem der Lunge auskleidende Schleimhaut wird zunächst in den gröberen Bronchien noch, wie in den Stammbronchien, von einem zweizeiligen, flimmernden Zylinderepithel bedeckt. In den feineren Bronchien verlieren sich die Basalzellen und wir haben dann noch ein einfaches, flimmerndes Zylinderepithel. Die Zylinderzellen werden dann immer niedriger, verlieren in den Bronchiolen ihre Flimmern und das

niedere kubische Epithel geht in den Bronchioli respiratorii und den Alveolen in das respiratorische Epithel über. Letzteres besteht aus ziemlich großen, aber äußerst dünnen, durch eine Kittsubstanz vereinigten Zellen. Die Zellkerne liegen immer nur in den Maschen des die Alveolarwand durchsetzenden Kapillarnetzes. Dieser kernhaltige Zellabschnitt besitzt ein granuliertes Protoplasma, während der die Kapillarwand deckende, kernlose Zellabschnitt vollkommen homogen erscheint.

Auf das Epithel folgt in den Bronchien wieder ein starkes elastisches Stratum, dann die lockere, häufig von Lymphozyten infiltrierte Propria.

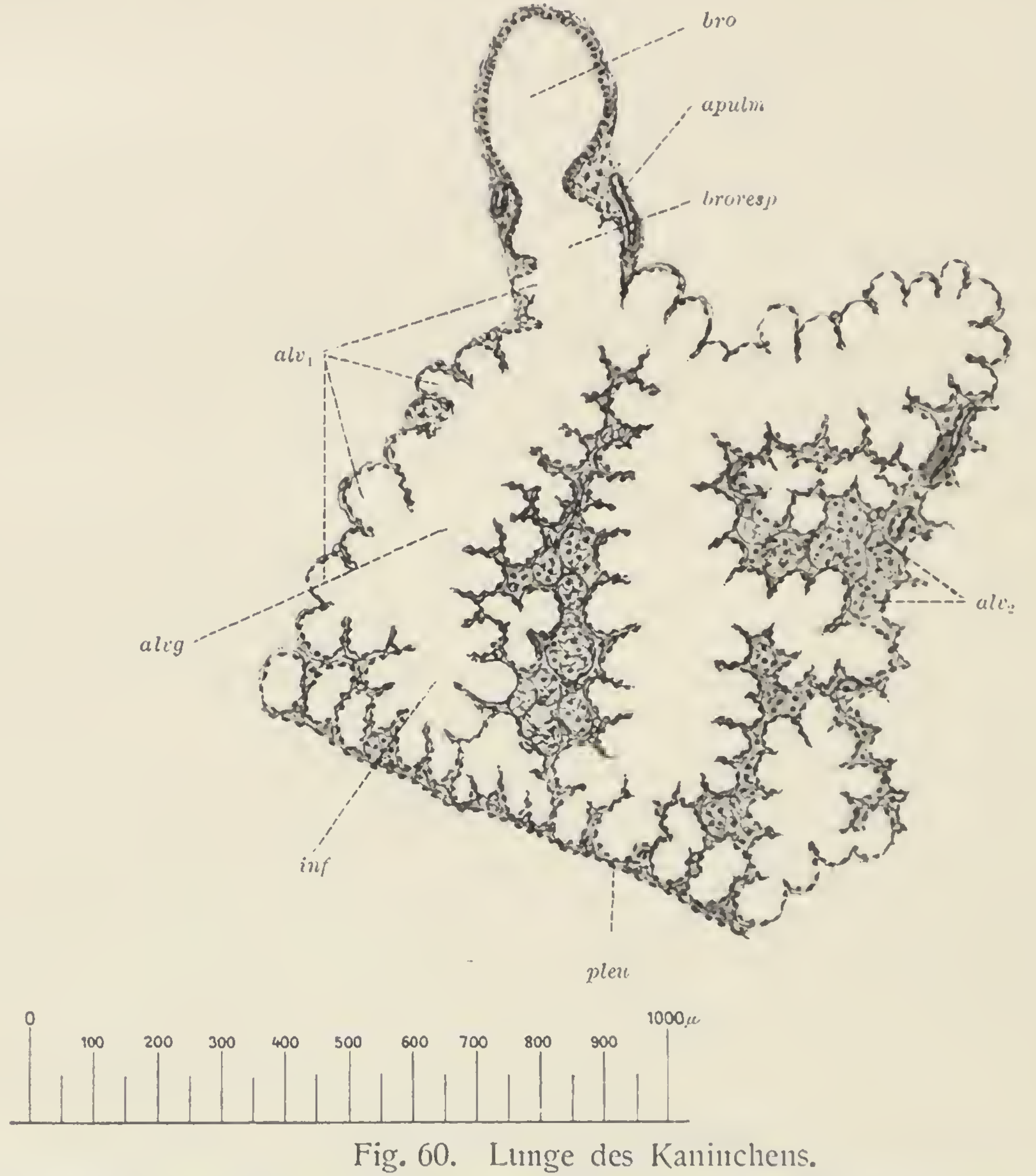


Fig. 60. Lunge des Kaninchens.

bro Bronchiolus, *apulm* Zweig der Pulmonalarterie, *broresp* Bronchiolus respiratorius, *alvg* Alveolargang, *inf* Infundibulum, alv_1 Alveolen, alv_2 dieselben mit angeschnittener Wand.

Sie wird in den feineren Bronchien immer dünner und geht schließlich in den Alveolargängen in eine homogene, strukturlose Grundmembran über, die auch die Grundlage der Alveolarwand bilde. In die Grundmembran eingebettet ist das Blutkapillarnetz, außerdem enthält sie noch geflechtartig angeordnete elastische Fasern.

Drüsen finden sich nur noch in den gröberen Bronchien, in den feineren verschwinden sie.

Sobald die Stammbronchien in die Lungen eingetreten sind, werden die früher regelmäßigen Knorpelspangen unregelmäßig, zerfallen und verschmelzen

zum Teil miteinander, um dann allmählich immer kleiner zu werden und ganz zu verschwinden.

Mit dem Zerfall der Knorpelspangen rücken die früher außen gelegenen Muskeln weiter nach innen vor und bilden nun eine dünne, zwischen Propria und Knorpelresten gelegene Muskelschicht, die um so lichter und weitmaschiger wird, je enger die Bronchien werden, sich aber noch in den Bronchiolen nachweisen läßt.

Die Blutversorgung der Lunge ist wie bei der Leber eine doppelte. Die Stelle der V. portae nimmt hier die A. pulmonalis, die der A. hepatica nehmen die Aa. bronchiales ein. Die erstere führt den Lungen vom rechten Herzventrikel aus funktionelles, d. h. venöses Blut zu, das in ihnen arterialisiert werden soll. Ihre Äste verlaufen zusammen mit den Bronchien und ihren Verzweigungen und gelangen so zu den Alveolen, deren jede sie mit einem Kapillarkorb umspinnen. Aus den Kapillaren wird das nun seiner Kohlensäure ledige, mit Sauerstoff beladene Blut in kleinen Venen gesammelt, die sich zu größeren wieder den Bronchien folgenden Stämmen sammeln. Aus ihnen entstehen jederseits zwei in die dorsale Wand des linken Vorhofs mündende Vv. pulmonales (superior und inferior). Die Aa. bronchiales führen dagegen dem Lungengewebe aus der Aorta sauerstoffreiches Blut zu. Auch sie folgen dem Laufe der Bronchien, geben aber im Gegensatz zu den Pulmonalarterien fortwährend Zweige an die Bronchialwand ab, wo sie einen Plexus in der Muskulatur und einen zweiten in der Propria bilden. Dabei erschöpfen sie sich allmählich und dringen nicht mehr bis zu den Alveolen vor.

11. Die Harnorgane.

a) Die Nieren.

Die Nieren sind zwei ausgesprochen bohnenförmige Körper von dunkel braunroter Farbe. Der parallel zur Körperachse verlaufende Längsdurchmesser beträgt beim erwachsenen Tier 25—30 mm. Auf dem Querschnitt erscheint die Niere elliptisch, da sie in dorsoventraler Richtung leicht abgeplattet ist. Wir können an ihr eine ventrale und dorsale Fläche, eine laterale und mediale Kante und einen rostralen und kaudalen Pol unterscheiden. Mit der Dorsalfläche liegt die Niere der hinteren Bauchwand fest an, die Ventralfläche wird vom Bauchfell überzogen, so daß also die Niere retroperitoneal liegt. Die laterale, stark abgerundete Kante ist konvex, die mediale, schärfere Kante ist konkav und vertieft sich in ihrer Mitte zum Nierenhilus, in dem der Harnleiter aus-, und die großen Blutgefäße eintreten.

Die Nieren liegen zu beiden Seiten der Wirbelsäule, aber stark asymmetrisch; einmal ist die linke Niere etwas weiter von der Mittellinie entfernt als die rechte, und dann liegt die rechte Niere erheblich weiter rostral als die linke. Die erstere entspricht in ihrer Lage den beiden letzten Thorakal- und dem ersten Lumbalwirbel, die linke Niere dem zweiten bis vierten Lumbalwirbel, so daß der kaudale Pol der rechten und der rostrale Pol der linken ungefähr in eine Ebene zu liegen kommen. Zwischen beiden Nieren verlaufen in der Mittellinie die Aorta abdominalis und die V. cava inferior. Die Abgangsstelle der großen Nierengefäße von beiden findet sich links 10 mm weiter kaudal als rechts, von hier aus laufen

die Gefäße rechterseits annähernd horizontal, linkerseits schräg kaudal zum Nierenhilus. Die Nieren werden erst sichtbar nach Entfernung von Dickdarm und Dünndarm und sind bei gut genährten Tieren stets von erheblichen Massen retroperitonealen Fettgewebes umhüllt.

Die histologische Bearbeitung der Niere bietet keinerlei Schwierigkeiten. Für Übersichtsbilder fixiert man das Organ im ganzen in BOUINscher Flüssigkeit. Für feinere histologische Details eignet sich am besten CARNOYsche Flüssigkeit auf kleinere Nierenstückchen angewandt. Die Injektion des Kanalsystems der Niere gelingt leicht vom Harnleiter aus bei 4—6 Wochen alten Tieren.

Unser Querschnitt durch den Nierenhilus (Fig. 61) läßt eine deutliche Trennung in Rindensubstanz (*ri*) und Marksubstanz (*ma*) erkennen. Die

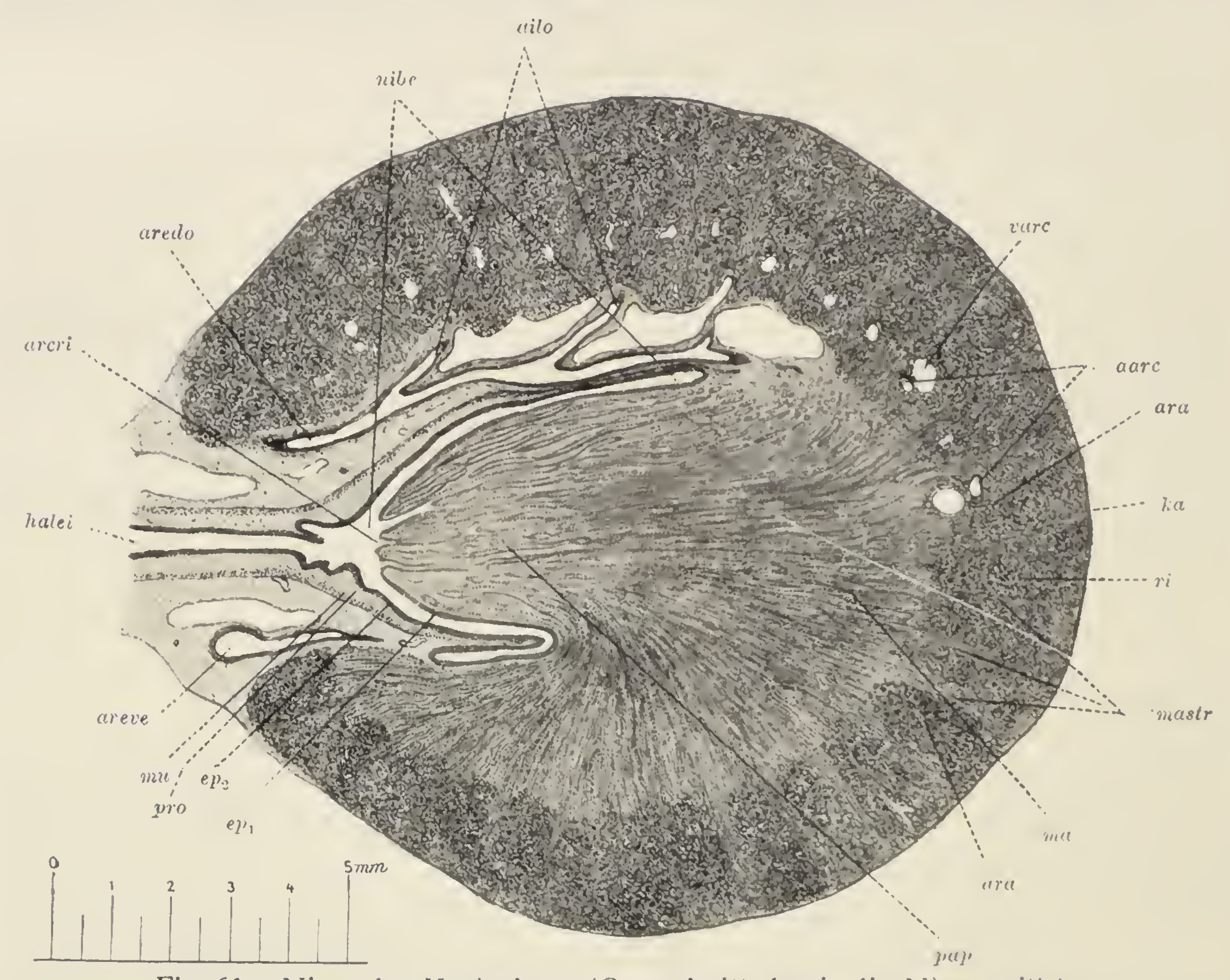


Fig. 61. Niere des Kaninchens (Querschnitt durch die Nierenmitte).
halei Harnleiter, *arcri* Area cribrosa, *aredo* A. renalis dorsalis, *nibe* Nierenbecken, *ailo* Aa. interlobares, *varc* V. arciformis, *aarc* Aa. arciformes, *ara* A. radiata, *ka* Kapsel, *ri* Nierenrinde, *mastr* Markstrahlen, *ma* Marksubstanz, *pap* Papille, ep_1 Epithel der Papille, ep_2 Epithel des Nierenbeckens, *pro* Propria des Nierenbeckens, *areve* A. renalis ventralis.

Rinde bildet einen oberflächlich gelegenen Mantel von 2—3 mm Dicke. Nach innen schließt sich die wesentlich hellere, deutlich längsstreifige Marksubstanz an und springt in Form eines stumpfkegeligen Fortsatzes in die Öffnung der hufeisenförmigen Rinde vor. Dieser Fortsatz stellt den Längsschnitt der Nierenpapille (*pap*) dar. Das Kaninchen besitzt, wie viele andere Säugetiere nur eine einzige Papille, während manchen Raubtieren, den Wiederkäuern und dem Menschen mehrere Papillen zukommen. Auf der Papille öffnen sich die Ausführwege der Niere mit den zahlreichen, feinen Löchern der Area cribrosa (*arcri*). Die Papille ist umgeben von einem trichterförmigen, von ihr nicht ganz ausgefüllten Raum, dem Nierenbecken (*nibe*), das sich in den Harnleiter oder Ureter (*halei*) fortsetzt.

Während die Oberfläche der Niere auch bei Lupenvergrößerung keinerlei Lappung erkennen läßt, zeigt die Rindensubstanz auf dem Schnitt eine Sonderung in zahlreiche, nebeneinander gelegene, prismatische oder pyramidale Abteilungen, die außen zur Bildung einer einheitlichen Nierenrinde zusammenfließen. Diese Sonderung der mittleren und tiefen Rindenpartien wird dadurch veranlaßt, daß die Marksubstanz in allmählich sich verjüngenden Streifen, den Markstrahlen oder Proc. medullares (*mastr*) in die Rindensubstanz vordringt. Die Gesamtheit dieser Markstrahlen bildet die Pars radiata der Rinde, der von ihnen umschlossene Rindenbezirk, die Pars convoluta der Rinde.

Die Niere des Kaninchens ist eine zusammengesetzte, verzweigt tubulöse Drüse. Den Anfang eines jeden Tubulus bildet ein MALPIGHIsches Körperchen. Sie finden sich ausschließlich in der Pars convoluta der Rinde. Von jedem Körperchen geht aus ein Tubulus contortus. Das Kanälchen legt sich dabei in mehrere, dem MALPIGHIschen Körperchen benachbarte Schleifen. Auch der Tubulus contortus liegt innerhalb der Pars convoluta, nur sein Endstück tritt bei den zentraler gelagerten Körperchen noch in die äußere Markzone ein und geht hier in die HENLEsche Schleife über. Sie stellt ein V-förmig gebogenes Rohr dar, das ganz innerhalb der Marksubstanz läuft und in ihr sehr verschieden weit zentralwärts vordringt. Die beiden Schenkel der Schleife, absteigender und aufsteigender Schenkel liegen dicht nebeneinander. Der letztere tritt wiederum in die Pars convoluta der Rinde ein, legt sich dort seinem Ursprungskörperchen eng an und geht in das Schaltstück über, eine kürzere oder längere, entweder ganz in der Pars convoluta oder zum Teil in der ungeteilten Rindenzone verlaufende Schlinge, die meist mit zahlreichen Buckeln besetzt ist und in das Verbindungsstück übergeht, welches die Verbindung mit dem Sammelrohr herstellt. Die Sammelröhren verlaufen zunächst in den Markstrahlen und nehmen in deren peripheren Abschnitten mehrere Verbindungsstücke auf, dringen dann in die Marksubstanz selbst ein und fließen, ungefähr in der Markmitte angelangt, fortlaufend dichotomisch zu den Ausflußröhren oder Ductus papillares zusammen, deren Kaliber um so stärker wird, je näher sie der Area cribrosa kommen.

Von dem eben besprochenen Verlauf der Nierenkanälchen geben dicke Quer- oder transversale Längsschnitte von der vom Harnleiter aus injizierten Niere die besten Bilder. Auch die Mazeration der Niere liefert eine gute Übersicht, wenigstens über kleinere Stücke des Kanalsystems. Man schneidet zu diesem Zweck 3—5 mm dicke Querscheiben aus der Nierenmitte, legt sie über Nacht in konzentrierte Salzsäure (Acidum hydrochloricum purum der Pharmakopoe) und dann für die gleiche Zeit in mehrfach gewechseltes, destilliertes Wasser. Die Stückchen werden auf einem größeren Objektträger mit Nadeln sorgfältig ausgebreitet.

Wir wollen nun die einzelnen Abschnitte des Kanalsystems an dünnen, mit Biondilösung oder Eisenhämatoxylin gefärbten Paraffinschnitten näher untersuchen (Fig. 62). Die MALPIGHIschen Körperchen (*makö*) sind kuglig oder ovoid mit einem Durchmesser von 90—120 μ. Ein jedes Körperchen läßt sich mit einem doppelwandigen Becher vergleichen. Den hohlen Fuß des Bechers bildet das Anfangsstück des Tubulus contortus (*$tuco_1$*), das sich zur äußeren oder parietalen Wand (*paep*) des Bechers ausbaucht. Die Becheröffnung ist sehr eng, an ihr schlägt sich die parietale Außenwand in die viszerale Innenwand (*viep*) des Bechers um. Der Becherhohlraum wird vollkommen ausgefüllt von den

Gefäßschlingen des Glomerulus (*glo*), denen sich diese Innenwand so eng anlegt, daß sie eine Art äußeres Epithel des Glomerulus bildet. Zwischen viszeraler und parietaler Wand des Bechers klafft der spaltförmige Sekretionsraum des Körperchens (*serau*) und setzt sich in das Lumen des Tubulus contortus fort.

Außen wird das Körperchen umhüllt von einer streifigen Membrana propria (*mepro*$_1$). Ihr sitzt innen das Epithel der Parietalwand (*paep*) als einfache Lage platter Zellen auf mit etwas bauchig vorspringenden Kernen. Gegen den Becherfuß werden die Zellen höher und gehen in das kubische Epithel des Tubulus contortus (*tuco*$_1$) über. Membrana propria und parietales Epithel werden

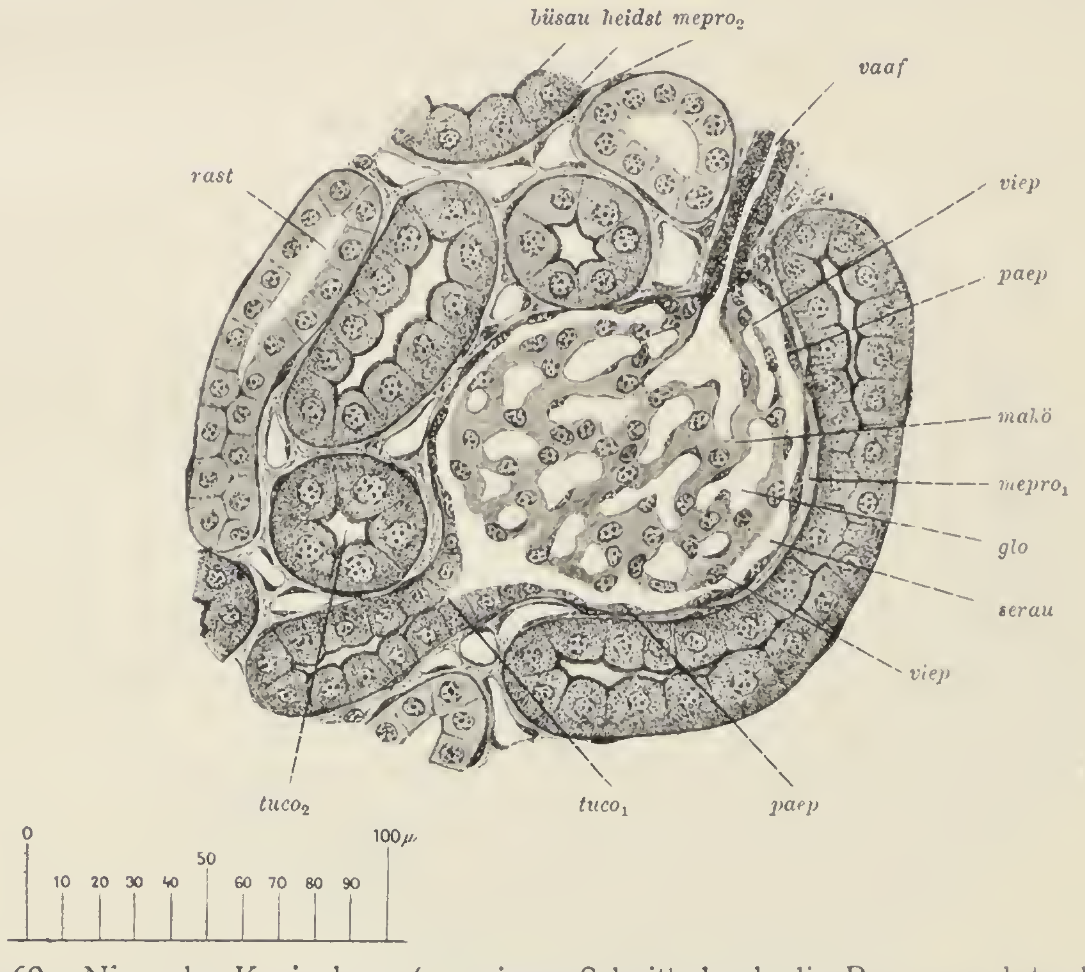


Fig. 62. Niere des Kaninchens (aus einem Schnitt durch die Pars convoluta der Rinde). *rast* Radiärstück, *büsau* Bürstensaum, *heidst* Heidenhainsche Stäbchen, *mepro*$_2$ Membrana propria des Tubulus contortus, *vaaf* Vas afferens, *viep* viszerales Epithel des Malpighischen Körperchens (*makö*), *paep* parietales Epithel des letzteren, *mepro*$_1$ Membrana propria des Körperchens, *glo* Glomerulus, *serau* Sekretionsraum des Körperchens, *tuco*$_1$ Übergang des letzteren in das Lumen des Tubulus contortus, *tuco*$_2$ Tubulus contortus quer geschnitten.

zusammen auch als MÜLLERsche Kapsel des Körperchens bezeichnet. Das die Glomerulusschlingen überziehende, viszerale Epithel (*viep*) läßt Zellgrenzen nicht mehr erkennen, es bildet ein Synzytium mit zahlreichen eingelagerten Kernen.

An seiner Abgangstelle vom MALPIGHIschen Körperchen ist der Tubulus contortus gewöhnlich halsartig verengt (*tuco*$_1$) um dann in dem Konvolut, d. h. in den das Körperchen umgebenden Schlingen eine Dicke von 30—40 μ zu erreichen. Auf dem Querschnitt wird das Kanallumen gewöhnlich von 5—6 kubischen Zellen ausgekleidet (*tuco*$_2$), die mit abgerundeten Kuppen in das infolgedessen sternförmig gestaltete Lumen vorspringen. Der große kuglige Kern liegt in der Zellmitte, der Zellkörper enthält mehr oder weniger dichtstehende Körnchen und zeigt nach außen eine deutliche, radiäre Streifung, die HEIDENHAINschen Stäbchen (*heidst*). Die frei ins Lumen sehenden Zellkuppen tragen

einen Bürstenbesatz (*büsau*), dessen Dicke von dem jeweiligen Sekretionszustand der Zelle abhängig ist. Im Ruhezustand der Zelle ist das Lumen eng, der Bürstensaum schmal. Bei intensiver Tätigkeit flachen sich die Zellkuppen ab, das Lumen erweitert sich und der Bürstensaum wird höher. Außen ist das Kanälchen umgeben von einer strukturlosen Membrana propria (*$mepro_2$*) mit aufgelagerten, verzweigten Zellen.

Beim Übergang des Tubulus contortus in den absteigenden Schenkel der Henleschen Schleife tritt eine wesentliche Reduktion des Kanaldurchmessers entweder plötzlich oder mehr allmählich ein, immer aber erfolgt dieser Übergang sowohl bei kurzen, als bei langen Schleifen in derselben Höhe der Marksubstanz. Außer den beiden Schenkeln müssen wir aber an der Henleschen Schleife auch zwei durch ihr Kaliber und ihre Zellauskleidung differente Abschnitte unterscheiden, einen helleren, dünnen Abschnitt mit ganz platten Zellen und relativ weitem Lumen und einen dunklen, dicken Abschnitt mit höheren Zellen und engerem Lumen. Diese beiden Abschnitte beteiligen sich in verschiedener Weise an der Zusammensetzung der beiden Schleifenschenkel. Immer folgt zunächst auf den Tubulus contortus der dünne Abschnitt und reicht entweder bis zur Umbiegungsstelle oder mehr weniger weit auf den aufsteigenden Schenkel. Dann folgt im letzteren der meist nur sehr kurze, dicke Abschnitt, an den sich schließlich das in die unmittelbare Nähe des Körperchen zurückführende End- oder Radiärstück (*rast*) anschließt. Die Zellen des dünnen Abschnitts stellen, wie die Blutgefäßepithelien, ganz flache Platten dar, die Zellen des dicken Abschnitts sind kubisch, stark granuliert und mit Stäbchenstruktur ausgestattet. In beiden Abschnitten ist der Zellkontur nicht glatt, sondern die Zellen greifen, ähnlich wie die Steine des bekannten Puzzlespiels mit leistenartigen Fortsätzen ineinander, so daß ein außerordentlich kompliziertes Konturbild zustande kommt. In dem an den dicken Abschnitt anschließenden Radiärstück (*rast*) verändert sich der Kanaldurchmesser nur wenig, die auskleidenden Zellen aber erscheinen durch Verlust ihrer Granulationen und ihrer Stäbchenstruktur sehr hell.

Das nach außen vom Malpighischen Körperchen gelegene Schaltstück wird dagegen wieder von dunklern, granulierten Zellen mit Stäbchenstruktur ausgekleidet. Die letztere verliert sich nach und nach, die Zellen hellen sich auf und das Schaltstück geht über in das Sammelrohr, das in seinem Anfangsteil einen Durchmesser von höchstens 20 μ hat. Die Sammelröhren werden ausgekleidet von hellen, kubischen Zellen in einfacher Schicht. Je weiter zentral das Rohr in der Marksubstanz vordringt, um so dicker wird es und um so höher werden die auskleidenden Zellen, bis sie schließlich in den Papillargängen langzylindrisch sind.

In der Area cribrosa setzt sich das Zylinderepithel auch auf die Außenfläche der Papille fort. Hier treten aber zu den Zylinderzellen noch niedrig kubische Zellen, so daß wir also hier ein zweischichtiges Zylinderepithel (*ep_1* Fig. 61) haben, das bis in die Tiefe des Nierenbeckens herabreicht.

Auf ihrer äußeren Oberfläche ist die Niere überzogen von der bindegewebigen Nierenkapsel (Fig. 61 *ka*). Sie setzt sich auch auf das Nierenbecken fort, hat eine Dicke von 15—20 μ und besteht aus eng verflochtenen Bindegewebsfasern mit spärlichen Bindegewebszellen. Die Kapsel ist nur durch feinste, in

die Rindensubstanz eindringende Faserbündelchen mit dem Nierenparenchym verbunden und läßt sich infolgedessen leicht abziehen. Innerhalb der Rindensubstanz findet sich Bindegewebe nur in ganz geringen Mengen zwischen den Kanälchen und Körperchen. In erheblicherer Menge erscheint es nur in Begleitung der größeren Gefäße und dann in der Nierenpapille, deren Ductus papillares durch starke Bindegewebszüge getrennt werden.

Das zuführende Blutgefäß der Niere, die A. renalis teilt sich im Nierenhilus in einen ventralen und dorsalen Hauptast (Fig. 61 *aredo* und *areve*). Aus diesen Hauptästen entstehen die Aa. interlobares (*ailo*), welche zunächst schräg radiär und dann als Aa. arciformes (*aarc*) arkadenförmig, parallel zur Nierenoberfläche in dem zentralsten Teil der Nierenrinde hinziehen und dabei senkrecht zur Oberfläche die Aa. radiatae (*ara*) abgeben. Auf ihrem Weg durch die Rinde entsenden die letzteren zahlreiche Seitenzweige, von denen jeder als Vas afferens (Fig. 62) *vaaf*) in ein MALPIGHIsches Körperchen eindringt und dort in 3—4 Zweige zerfällt. Jeder Zweig bildet ein Konvolut von Kapillaren, so daß der dadurch gebildete Glomerulus (*glo*) aus ebensoviel Lappen besteht. Die Kapillaren treten in gleicher Weise wieder zu 3—4 Stämmchen und diese zum Vas efferens zusammen, welches dicht neben dem Vas afferens das Körperchen verläßt. Es besitzt den gleichen Bau wie das Vas afferens, muß also als Arterie und der Glomerulus mithin als ein arterielles Wundernetz angesprochen werden. Sehr bald nach seinem Austritt löst sich das Vas efferens in Kapillaren auf, welche sämtliche Kanälchen der Rinde und der Markstrahlen umspinnen. Die Vasa efferentia der zentralsten Körperchen treten in die Marksubstanz ein und umgeben die hier gelegenen Schleifen und Sammelröhren mit langgezogenen Kapillarmaschen. Man bezeichnet diese Vasa efferentia auch als Arteriolae rectae spuriae zum Unterschied von den Arteriolae rectae verae, die von der konkaven Seite der Aa. arciformes entspringen, sich zur Marksubstanz wenden und Sammelröhren und Papillargänge mit ihren Kapillaren umspinnen. Es wird demnach die Marksubstanz hier direkt von den Arterien und andererseits auf dem Umweg über die Glomeruli mit Blut versorgt.

Das venöse Blut der Rinde findet seinen Abfluß teils kapselwärts, teils markwärts. Aus den äußersten Rindenkapillaren sammeln sich kleine Venenstämmchen als Venulae rectae corticis, laufen bis unter die Kapsel, biegen hier rechtwicklig um und ziehen dann als Venulae stellatae an der Oberfläche entlang. Dadurch, daß diese Venen in je einem kleinen Rindenbezirk radiär zusammenfließen, entstehen auf der Nierenoberfläche dicht aneinanderstoßende Gefäßsterne, die Stellulae Verheynii. Aus dem Zentrum eines jeden Sterns entwickelt sich eine V. radiata, die dem Laufe der gleichnamigen Arterie folgend, sich in eine V. arciformis ergießt (*varc*). Die letzteren nehmen außerdem noch die aus den zentralen Rindenbezirken kommenden Vv. corticales profundae auf und münden in die Vv. interlobares. Das venöse Blut der Marksubstanz wird durch die Venulae rectae abgeführt, die in ihrem Verlauf den Arteriolae rectae verae folgen.

Der Harn des Kaninchens, wie wir ihn in der meist gefüllten Harnblase finden, stellt eine gelbliche, trübe Flüssigkeit dar von leicht alkalischer Reaktion. Der organische Hauptbestandteil ist der Harnstoff. Er wird überall im Körper als Zersetzungsprodukt der Eiweißkörper gebildet und durch die Niere aus-

geschieden. Daneben spielt die Harnsäure, das Zersetzungsprodukt der Nukleinsäure, noch eine wichtige Rolle. Sie ist im Harn an Alkalien gebunden. Von den übrigen organischen Bestandteilen enthält der Harn des Kaninchens, wie der aller Herbivoren, stets noch große Mengen von Hippursäure, die in der Niere selbst aus Glykokoll und Benzoesäure gebildet wird. Bemerkenswert ist auch der Reichtum des Kaninchenharns an Kaliumsalzen.

Wenn nun auch die meisten und wichtigsten Bestandteile des Harns der Niere schon fertig durch den Blutstrom zugeführt werden, so stellt sie doch nicht ein einfaches Filter dar. Wahrscheinlich erfolgt die Absonderung von Wasser und anorganischen Bestandteilen der Hauptsache nach in den MALPIGHIschen Körperchen, die organischen Bestandteile dagegen werden durch die Zellen der Tubuli contorti und der dicken Schleifenteile abgesondert. In den dünnen Teilen der letzteren wird wohl wieder Wasser resorbiert, der Harn also eingedickt. Die Sammelröhren und die Ductus papillares dienen ausschließlich der Abführung des Harns.

b) Nierenbecken und Harnleiter.

Das Nierenbecken (Fig. 61 *nibe*) ist ein trichterförmiger, in rostrokaudaler Richtung stark in die Länge gezogener Hohlraum. Medianwärts verengt es sich zum Harnleiter (*halei*), lateralwärts umgibt es die Nierenpapille, so daß von dem trichterförmigen Hohlraum nur ein schmaler Spalt übrig bleibt. Dieser Spaltraum erstreckt sich lateral nicht überall gleichweit, sondern schickt mehrere blattförmige Ausbuchtungen in die Niere hinein, so daß der Trichterrand im Ausgußpräparate grobe Zacken aufweist.

Das Nierenbecken wird ausgekleidet von einer Schleimhaut, welche am Trichterrand in die die Papille überziehende Schleimhaut übergeht. Das auskleidende Epithel (ep_2) steigt von der Tiefe des Nierenbeckens gegen den Harnleiter zu allmählich bis zu einer Dicke von 70—80 μ an. Zunächst zweischichtig zylindrisch, wächst die Zahl der Zellschichten mehr und mehr, wobei gleichzeitig die oberflächlichen Zylinderzellen immer niedriger werden. Schließlich haben wir ein sogen. Übergangsepithel, d. h. ein aus zahlreichen Lagen, unregelmäßig polyedrischer Zellen geschichtetes Epithel, bei dem die oberflächlichste Lage aus großen Zellplatten besteht, welche mit zipfelförmigen Fortsätzen zwischen die abgerundeten Köpfe der tieferen Zellagen eingreifen.

Das Epithel sitzt auf einer sehr lockeren, gefäßhaltigen Propria (*pro*), an die sich nach außen die Muskularis (*mu*) anschließt. Ihre glatten, zu dünnen Bündeln vereinigten Muskelfasern verlaufen der Hauptsache nach zirkulär, nur in den äußeren Lagen finden sich spärliche Längsbündel. Nach außen schließt sich dann ein lockeres, vielfach von Fett durchsetztes Bindegewebe an, in das die in den Nierenhilus eintretenden Blutgefäße eingebettet sind.

Aus dem Nierenbecken entwickelt sich der Harnleiter, Ureter (*halei*) als stricknadeldicker, drehrunder Strang, und läuft vom Nierenhilus schräg die Ventralfläche des M. ileopsoas überquerend kaudalwärts, sich mehr und mehr der V. cava inferior anlagernd. Dann gelangt er vor der A. und V. iliaca communis zur Dorsalfläche der Harnblase, in die er an ihrem stark verjüngten kaudalen Ende mündet. Die schlitzförmigen Öffnungen der beiderseitigen Harnleiter liegen dicht nebeneinander. Der Harnleiter ist auf seinem ganzen Wege vom Bauchfell bedeckt.

Die Schleimhaut des Harnleiters legt sich in mehrere niedrige Längsfalten und gleicht in ihrem Bau der des Nierenbeckens. Das hochgeschichtete Übergangsepithel sitzt auf einer bindegewebigen, von zahlreichen elastischen Fasern durchsetzten Propria. Die Muskularis besteht aus glatten Muskelfasern und läßt eine innere und äußere Ring- und eine zwischen beide eingeschobene Längsmuskulatur erkennen. Außen schließt sich eine bindegewebige Adventitia an. Drüsen fehlen dem Harnleiter wie dem Nierenbecken vollständig.

c) Die Harnblase.

Die Harnblase stellt in gefülltem Zustand einen birnförmigen, dünnwandigen Sack dar, dessen verjüngtes kaudales Ende, der Blasenhals unter der Symphyse liegt, dessen abgerundetes, rostrales Ende, der Blasengrund bis zum Zökum in die Höhe steigt. Beim männlichen Geschlecht liegt die Blase unmittelbar vor dem Mastdarm, seitlich von den Hoden flankiert. Beim Weibchen schieben sich zwischen Blase und Mastdarm die Uteri ein. In gefülltem Zustand wird die Harnblase auf dem Blasengrund vom Bauchfell überzogen, das sich beim Männchen in Form zweier Plicae rectovesicales auf den Mastdarm, beim Weibchen als Plicae vesicouterinae auf die Gebärmutter überschlägt und beim Übergang auf die vordere Bauchwand drei Falten bildet. Die mittlere, Plica vesicalis media, enthält die Reste des Urachus, die beiden seitlichen Plicae vesicales laterales die Reste der Aa. umbilicales.

In den Blasenhals münden dicht nebeneinander auf der Dorsalfläche die beiden Harnleiter, dann geht der Blasenhals in die Harnröhre über.

Die Blasenwand hat bei mittlerer Füllung eine Dicke von 500 μ und die sie auskleidende Schleimhaut legt sich in zahlreiche niedere, nach dem Blasenhals konvergierende Falten. Das Epithel, wie im Harnleiter Übergangsepithel, besteht aus 4—5 Zellschichten. Bei maximaler Füllung verstreichen die Falten und das Epithel verdünnt sich erheblich. Die bindegewebige Propria ist sehr locker und gefäßreich und geht ohne scharfe Grenze in das intermuskuläre Bindegewebe über. Die Muskularis der Harnblase setzt sich aus dünneren und dickeren Bündeln glatter Muskelfasern zusammen, welche sich vielfach durchflechten und durch lockeres Bindegewebe getrennt werden. Im Blasenhals verlaufen die Bündel im wesentlichen zirkulär und bilden den Schließmuskel der Blase, M. sphincter vesicae. Außen liegt der Muskularis eine dünne, bindegewebige Adventitia auf.

d) Die Harnröhre.

Der Blasenhals setzt sich in die Harnröhre, Urethra fort, die bei beiden Geschlechtern eine Länge von 15—20 mm erreicht und in den Sinus urogenitalis mündet. Es ist zunächst ein drehrunder Kanal, dessen Schleimhaut sich in zahlreiche hohe Längsfalten legt (Fig. 65 *m*), späterhin verstreichen die Falten mehr und mehr, und das Harnröhrenlumen stellt dann einen mäßig weiten, transversalen Querspalt dar (Fig. 66 *ur*).

Die Harnröhre verläuft unter der Symphyse, beim männlichen Geschlecht grenzt sie dorsalwärts an die mächtigen Samenleiterampullen (Fig. 65 *amp*), dann folgt die Samenblase (*sabl*) und weiterhin die Prostata (*prost*). Lateral von

der Harnröhre liegen die Glandulae paraprostaticae. Beim weiblichen Geschlecht verläuft dorsal von der Harnröhre die Vagina und lateral liegen ihr zunächst die COWPERschen Drüsen, später die Inguinaldrüsen an.

Die Harnröhre wird ausgekleidet von einem mehrschichtigen Epithel. Es ist zunächst, wie in der Harnblase, ein Übergangsepithel, späterhin werden die Zellen der oberflächlichsten Lage mehr und mehr zylindrisch, so daß wir dann ein geschichtetes Zylinderepithel haben. Beim Weibchen geht das Übergangsepithel schon sehr bald in geschichtetes Plattenepithel über. Das Epithel sitzt auf einer von zahlreichen elastischen Fasern durchsetzten Propria. Die nach außen folgende Muskularis (Fig. 65 mu_1) läßt sich beim Männchen gegen die der Nachbarorgane kaum abgrenzen und setzt sich kontinuierlich um die Glandulae paraprostaticae, die Samenleiterampullen und die Samenblase fort. Weiter nach außen folgt dann der die Harnröhre mantelartig umhüllende, quergestreifte M. bulbocavernosus (Fig. 66 *mubucav*).

12. Die männlichen Geschlechtsorgane.

a) Die Hoden.

Beim erwachsenen, männlichen Tier sind die Hoden zwei 30—40 mm lange, schwach hornartig gekrümmte Körper von 30—40 mm Länge und rundlichem Querschnitt. Das rostrale, dicke, abgerundete Ende eines jeden Hoden hat einen Durchmesser von 10 mm, kaudalwärts verjüngt es sich allmählich. Die Konvexität des Organs sieht lateral, die Konkavität median. Dem rostralen Ende liegt medianwärts kappenartig der Kopf des Nebenhoden auf; die aus ihm hervorgehenden Ductus epididymidis schmiegen sich der Medianfläche des Hoden innig an, so daß eine mediane, zugeschärfte Kante entsteht. Am kaudalen Hodenende angekommen, knäueln sie sich dann zum Schwanz des Nebenhoden auf, der den Kopf noch an Umfang übertrifft. Aus dem Nebenhodenschwanz geht der Ductus deferens hervor.

Ursprünglich liegt der Hode retroperitoneal in der Bauchhöhle kaudal von der Niere. Im Laufe der postembryonalen Entwicklung wandert er jedoch immer weiter kaudal und tritt schließlich mit seinem kaudalen, zugespitzten Ende dorsal vom Lig. inguinale durch den Leistenkanal, Canalis inguinalis in eine die Haut der Leistengegend ganz schwach vorwölbende Tasche, die Skrotaltasche, während das rostrale Hodenende mit dem Kopf des Nebenhoden noch in die Bauchhöhle vorragt. Auf dieser als Descensus testiculi bezeichneten Wanderung stülpt das kaudale Hodenende einen Fortsatz des Bauchfells, den Proc. vaginalis peritonei bruchsackartig vor sich her. Er umhüllt dann einmal mit seinem viszeralen Blatt den Hoden in der Skrotaltasche und kleidet andererseits die letztere mit seinem parietalen Blatt aus. Zwischen beiden Blättern bleibt ein mit der Bauchhöhle kommunizierender Spaltraum. Außerdem enthält die Wand der Skrotaltasche noch muskulöse Elemente, herrührend von dem dem jungen Hoden entgegenwachsenden Conus inguinalis. Dieser Abkömmling der Bauchwand bildet zusammen mit der dem Hoden als Leitband dienenden Urnierenfalte das Gubernaculum testis. Auch der Conus inguinalis wird beim Deszensus vom Hoden ausgestülpt, so daß wir nun nach außen vom Proc.

vaginalis peritonei einen zweiten Sack, den Kremastersack haben mit muskulöser Wand und mit dem kaudalen Hodenende fest verwachsen. Von dem rostralen Hodenende zieht das Gubernaculum testis als leicht geschlängeltes Band rostral und medial zur Nierengegend.

Der Hode wird beim geschlechtsreifen Männchen am besten in Zusammenhang mit den übrigen Geschlechtsorganen und der Harnblase herausgenommen. Zu diesem Zweck schneidet man mit der Knochenschere nach Eröffnung der Bauchhöhle und Entfernung des Darms ein breites Stück aus der Symphyse heraus, zieht die Hoden aus den Skrotaltaschen hervor und kann dann nach Durchtrennung der Ureteren und des Gubernaculum testis, das ganze Präparat mit Einschluß des Penis bzw. der Vagina herauspräparieren. Das Präparat wird auf einer Wachsplatte ausgespannt, die Hoden werden abgetrennt und für sich konserviert. In die Harnblase wird eine Spritze eingestochen, der Harn abgesaugt und an seiner Stelle Fixationslösung injiziert. Als solche dient am besten Bouinsche Flüssigkeit, in die dann das ganze Präparat eingesenkt wird. Der eine Hode wird auf dieselbe Weise fixiert, der andere in toto in Hermannsche Flüssigkeit eingelegt. Nach einer Stunde nimmt man ihn heraus und zerlegt ihn in mehrere Querscheiben, die weiterhin 1—2 Tage in der Lösung verbleiben. Die besten Übersichtsbilder liefern mediane Längsschnitte durch das in toto in Bouinscher Flüssigkeit fixierte Organ, gefärbt mit Hämalaun und Pikrofuchsin. Für feinere histologische Details, vor allem für das Studium der Spermiogenese benutze man recht dünne Paraffinschnitte durch das in Hermannscher Flüssigkeit fixierte Material und färbe mit Eisenhämatoxylin.

Unsere Fig. 63 stellt den rostralsten Teil eines solchen Längsschnittes dar mit dem ihm aufsitzenden Nebenhodenkopf (*neho*). Das ganze Organ ist außen umhüllt von einer 40—50 μ dicken, derben, bindegewebigen Haut, der Tunica albuginea (*alb*). Auf der Medianfläche liegt der Hodenhilus, durch den die Blutgefäße eintreten und aus dem die abführenden Samenwege hervortreten. Aus ihm ragt das Corpus Highmori (*cor High*) hervor, eine stärkere Ansammlung von Bindegewebe, welche sich weit in das Organ hineinerstreckt und bindegewebige Septen ($sept_1$) gegen die Oberfläche radiär ausschickt. Sie zerlegen das Hodenparenchym in einzelne Läppchen, Lobuli testis (lob_1). Ein jedes Läppchen hat die Form einer Pyramide, deren Basis an der Albuginea liegt, deren Spitze in das Corpus Highmori sich einsenkt. An ihren Basen verschmelzen die Hodenläppchen miteinander.

Jedes Hodenläppchen setzt sich aus den gewundenen Hodenkanälchen, Tubuli contorti (*tuco*) zusammen. Es sind das bis zu 200 μ dicke Röhrchen, welche blind an der Albuginea beginnen und in starker Schlängelung gegen das Corpus Highmori vordringen. Auf diesem Weg vereinigen sich benachbarte Kanälchen miteinander und gehen unter plötzlicher starker Verdünnung in die geraden Hodenkanälchen, Tubuli recti (*ture*) über. Die letzteren verlaufen teils in den Hodensepten, teils dringen sie erst am spitzen Läppchenende hervor und senken sich in das Corpus Highmori ein. Schon innerhalb der Septen bilden die geraden Hodenkanälchen vielfach Netze, ein ausgedehntes, kavernenartiges Netzwerk, das Rete testis (*rete*) entsteht aber erst innerhalb des Corpus Highmori. Aus ihm treten 10—20 Ductuli efferentes testis (*dueff*) hervor und begeben sich zum Nebenhodenkopf.

Jeder Tubulus contortus wird umhüllt von einer Membrana propria, bestehend aus mehreren bindegewebigen Lamellen mit zwischengelagerten Zellen Innen liegt ihr das mehrschichtige Epithel auf, das sich aus zwei Komponenten zusammensetzt, den die ganze Epitheldicke durchsetzenden, zylindrischen Fußzellen oder Sertolischen Zellen und den Samenzellen. Die ersteren liegen

in wechselnden Abständen, die letzteren häufen sich zwischen ihnen in mehreren Schichten an.

Beim noch nicht geschlechtsreifen Tier liegen zwischen den Fußzellen mehrere Schichten großer, rundlicher Zellen, die wir als Ursamenzellen oder Archispermiozyten bezeichnen. Neben dem großen, kugligen Kern findet sich ein von einer dicken, fädigen Hülle, dem Idiozom umgebenes doppeltes Zentralkörperchen.

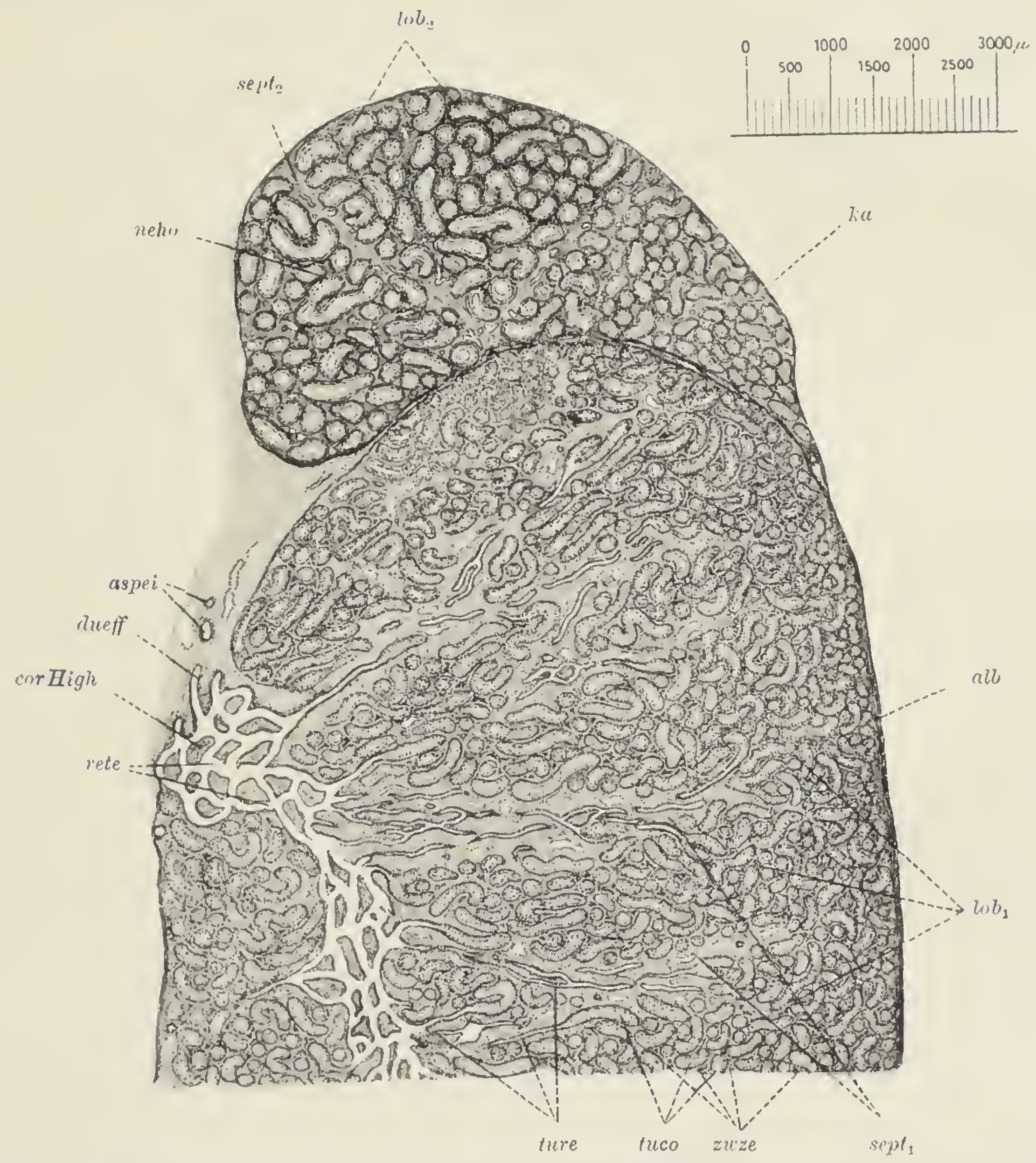


Fig. 63. Hode des Kaninchens (Transversaler Längsschnitt durch die rostrale Hälfte).

neho Kopf des Nebenhoden, *$sept_2$* Nebenhodensepten, *lob_2* Nebenhodenläppchen, *ka* Nebenhodenkapsel, *alb* Albuginea des Hoden, *lob_1* Hodenläppchen, *$sept_1$* Hodensepten, *zwze* Zwischenzellen, *tuco* Tubuli contorti, *ture* Tubuli recti, *rete* Rete testis, *cor High* Corpus Highmori, *dueff* Ductuli efferentes, *aspi* A. spermatica interna.

Beim Beginn der Geschlechtsreife treten in diesen Ursamenzellen mitotische Zellteilungen auf, die zur Entstehung einer neuen Zellgeneration, der Spermiogonien oder Samenmutterzellen führen. Sie ordnen sich dicht unter der Membrana propria an und liefern durch Mitose eine dritte Generation. Diese als Spermiozyten bezeichneten Elemente bilden nach innen von den Spermiogonien 1—2 Lagen. Jede Spermiozyte teilt sich in zwei Präspermiden und jede der letzteren unmittelbar darauf in zwei Spermiden, so daß aus jeder Spermiozyte vier gleichwertige Spermiden entstehen. Während sich nun die Präspermiden von den Spermozyten nur durch ihre geringere Größe unterscheiden,

besitzen die noch kleineren Spermiden ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber den Präspermiden. Sie haben nämlich nur die halbe Anzahl von Chromosomen, wie jene, da es bei der letzten Teilung nicht zu einer Längsspaltung der Chromosomen kommt, sondern die eine Chromosomenhälfte der Mutterzelle einfach in die eine, die andere in die zweite Tochterzelle einrückt. Wir bezeichnen eine solche Teilung als eine Reduktionsteilung und sie spielt sich in prinzipiell ähnlicher Weise auch an der reifenden Eizelle ab, so daß bei der Befruchtung, die ja in einer Verschmelzung von Ei- und Samenzelle besteht, die Chromosomenzahl konstant erhalten wird.

Die jungen, nur mit der halben Chromosomenanzahl ausgestatteten Spermiden liegen in mehreren Reihen unmittelbar um das Lumen der gewundenen Hodenkanälchen herum und wandeln sich allmählich in die Samenfäden oder Spermien um. Bei diesem Prozeß, auf den später noch kurz eingegangen werden soll, lagern sich die Spermiden in das zentrale Ende der Fußzellen zu mehreren ein, von denen aus wahrscheinlich ihre Ernährung erfolgt.

Die Tubuli recti sind ebenso wie das Rete testis und die Ductuli efferentes von einem einfachen, kubischen Epithel ausgekleidet.

Innerhalb der Hodenläppchen werden die Hodenkanälchen durch sparsames Bindegewebe getrennt, in dem Blutgefäße und Nerven verlaufen. Außerdem enthält dieses intralobuläre Bindegewebe noch die zu Nestern und Strängen angeordneten Zwischenzellen oder Leydigschen Zellen (*zwze*), die man in ihrer Gesamtheit auch als die interstitielle Drüse des Hoden bezeichnet. Beim Kaninchen ist sie viel schwächer entwickelt, als z. B. beim Kater. Es sind das kuglige oder durch gegenseitigen Druck polyedrisch gewordene Zellen von 10 bis 15 μ Durchmesser mit kugligem Kern, doppeltem Zentralkörperchen und stark vakuolisiertem Protoplasma. In den Vakuolen liegen Körner einer lipoidartigen Substanz, im Protoplasma treten azidophile Granulationen und Pigmentkörnchen auf. Experimentelle Untersuchungen der letzten Zeit haben dargetan, daß von diesen Zellen eine Substanz produziert wird, die ins Blut gelangt und im Körper das Hervortreten der sekundären, männlichen Geschlechtscharaktere veranlaßt.

Die Samenfäden, Spermien des Kaninchens lassen sich leicht erhalten, wenn man einen Samenleiter des eben getöteten Tieres herausschneidet, seinen Inhalt in einem Uhrschälchen ausstreift und mit wenigen Tropfen physiologischer Kochsalzlösung oder Ringerscher Flüssigkeit verdünnt. Zur Herstellung von Dauerpräparaten streicht man die so erhaltene Flüssigkeit auf Objektträger oder Deckgläser aus, läßt gut trocknen und färbt ohne jede weitere Fixation in Biondilösung oder in Eisenhämatoxylin. Frisch im hängenden Tropfen untersucht zeigen sie eine lebhaft schlängelnde Bewegung, wobei sie fortwährend um ihre eigene Achse rotieren.

Der Samenfaden des Kaninchens hat eine Gesamtlänge von 55—60 μ und besteht aus Kopf, Verbindungsstück und Schwanz. Der Kopf (Fig. 64 *ko*) hat die Form einer ovalen, nach vorn oft etwas verschmälerten Scheibe von 7—8 μ Länge und 4—5 μ größter Breite. Von der Kante gesehen (ko_1) erscheint er meiselartig mit scharf zugespitztem Vorderende. Er ist stark lichtbrechend und läßt bei Flächenansicht eine dunklere Pars posterior und eine hellere Pars anterior erkennen. In der ersteren markiert sich wieder eine hellere, linsenförmige Stelle. Die Pars anterior läuft in eine meiselartige, auch als Perforatorium bezeichnete Schneide aus. Bei Behandlung mit Biondilösung färbt sich der Kopf lebhaft grün, er besteht aus Chromatin, im Bereich der Pars anterior jedoch

mehr rötlich, hier ist er mit einem protoplasmatischen Überzug versehen, der die Hauptmasse des Perforatoriums ausmacht.

Das Verbindungsstück (*vst*) hat eine Länge von 10 μ und setzt sich mittels mehrerer kurzer, allerfeinster Fädchen an dem Hinterende des Kopfes fest, der hier ein dünnes, stark gefärbtes, bei stärksten Vergrößerungen in mehrere Körnchen auflösbares Querstück, das vordere Zentrosom enthält. Das Verbindungsstück ist ein höchstens 1 μ dicker Zylinder. In seiner Achse verläuft der Achsenfaden, umhüllt vom Involukrum und weiter vom Spiralfaden. Der letztere, eine kontraktile Faser, läuft am Vorderende des Zwischenstücks in den vorderen Teil des hinteren Zentrosoms, am Hinterende in den ringförmigen hinteren Teil des hinteren Zentrosoms aus. Der Spiralfaden ist eingebettet in die Substantia intermedia und wird nach außen noch umgeben von der Mitochondrienscheide.

Am Schwanz unterscheiden wir wieder das lange Hauptstück und das kurze Endstück (*est*). Das erstere macht ungefähr $^7/_{10}$ der Gesamtlänge aus. Der Schwanz wird in seiner ganzen Länge von dem sich allmählich verdünnenden Achsenfaden durchzogen. Im Bereich des Hauptstücks ist er noch vom Involukrum bedeckt. Das Endstück ist nackt.

Fig. 64. Samenfäden des Kaninchens. *ko* Kopf, *vst* Verbindungsstück, *schw* Schwanz, *est* Endstück, *ko*₁ Kopf von der Kante gesehen.

Wie schon früher bemerkt wurde, entstehen die Samenfäden durch Umbildung der Spermiden, die sich während dieses Prozesses in die zentralen Enden der Fußzellen einlagern. Sie sind zunächst kuglige Zellen mit etwas exzentrisch gelagertem Kern und doppeltem Zentralkörperchen. Bei der Umbildung rückt der Kern vollständig in das nach der Kanälchenwand gerichtete Zellende, nimmt eine ovoide Gestalt an, wobei sein Chromatin verklumpt und schließlich ganz homogen wird. Gleichzeitig streckt sich der Zellkörper zur Kegelform mit nach der Kanälchenwand sehender Spitze. Die letztere wird vom Kern vollkommen ausgefüllt und liegt in der Fußzelle, die Kegelbasis ragt frei ins Lumen des Hodenkanälchens.

Die beiden Zentralkörper liegen zuerst weitab vom Kern hintereinander, so daß wir sie als distalen und proximalen Zentralkörper unterscheiden können. Aus dem ersteren wächst der feine Achsenfaden hervor, durchbricht die Zelloberfläche und ragt frei ins Kanallumen. Nachdem der proximale Zentralkörper zu einem quergestellten Stäbchen ausgewachsen ist, wandern beide Körper zum Kern hin. Hier angekommen, verwächst jener mit dem hinteren Kernpol, während der distale Zentralkörper in einen proximalen Knopf und einen distalen Ring zerfällt, von denen der letztere wieder am Achsenfaden entlang zum hinteren Zellpol wandert. Nun sammeln sich die vorher gleichmäßig im Zellkörper verteilten Mitochondrien um den Achsenfaden herum. Sie liefern einmal durch

Aneinanderreihung und Verschmelzung den Spiralfaden, der Rest legt sich als Mitochondrienhülle um den letzteren herum. Das Involukrum ist wahrscheinlich ein Ausscheidungsprodukt des Achsenfadens. Das Zellprotoplasma geht zugrunde.

Das junge Spermium verläßt nun die Fußzelle, gelangt frei ins Lumen des Tubulus contortus und von hier aus in das gerade Kanälchen und ins Rete testis. Es ist zunächst noch unbeweglich, seine Beweglichkeit erhält es erst im Nebenhoden durch das hier gelieferte Sekret.

b) Die Nebenhoden.

Der paarige Nebenhode, Epididymis (Fig. 63 *neho*) besteht aus Kopf und Schwanz. Der Kopf legt sich dem rostralen Pol des Hoden mützenförmig auf, der Schwanz schmiegt sich dem kaudalen Hodenpol an. Beide werden verbunden durch die an der medialen Hodenkante entlang ziehenden Ductus epididymidis. Der Kopf des Nebenhoden wird von einer mit der Hodenalbuginea in Verbindung stehenden bindegewebigen Kapsel überzogen (ka_2). Sie schickt Septen ($sept_2$) ins Innere und sondert dadurch das Nebenhodenparenchym in 14—15 kegelförmige Läppchen (lob_2). In das dem Hoden zugekehrte spitze Ende eines jeden Läppchens dringt ein Ductulus efferens ein und wird unter beträchtlicher Verdickung zu einem Nebenhodenkanälchen. Das letztere bildet, indem es sich stark aufknäuelt das Läppchenparenchym. Aus jedem Läppchen tritt ein Ductus epididymidis hervor, wendet sich zur medialen Hodenkante und läuft an ihr mit den übrigen zu einem Strang vereinigt herab. Dabei findet eine teilweise Vereinigung der Gänge statt, so daß am Hodenende nur noch 5—6 Ductus epididymidis vorhanden sind, die sich im Nebenhodenschwanz wiederum aufknäueln und sich nach und nach miteinander verbinden zu einem einfachen Kanal der als Ductus deferens den Nebenhodenschwanz verläßt.

Die Nebenhodenkanälchen haben einen Durchmesser von 300—400 μ und werden von einer streifigen Membrana propria umhüllt. Das ihr aufliegende Epithel hat eine Dicke von 50 μ und ist ein zweireihiges, flimmerndes Zylinderepithel. Die schmalen Zylinderzellen gehen durch die ganze Epitheldicke, zwischen ihren Basen liegen kurze kubische Zellen. Der Kern der Zylinderzelle liegt in der Nähe der Zellbasis, der Zellkörper ist erfüllt von ziemlich groben, stark azidophilen Sekretkörnern. Aus dem freien Zellende ragt ein Büschel langer Haare hervor. Ob es sich hier um richtige Flimmerhaare oder um sekretorische Einrichtungen handelt, läßt sich nicht sicher entscheiden.

Die Ductus epididymidis haben im wesentlichen den gleichen Bau wie die Nebenhodenkanälchen.

c) Die Samenleiter.

Der paarige Samenleiter, Ductus deferens, gelangt vom Nebenhodenschwanz durch den Leistenring in die Bauchhöhle, kreuzt dann ungefähr in der Höhe des rostralen Hodenpols den Harnleiter und zieht nun medial von letzterem wieder kaudalwärts, beschreibt also in seinem Verlauf eine langgezogene Schlinge. Mit dem Harnleiter zusammen kommt er hinter den Blasenhals zu liegen und schwillt hier zur Samenleiterampulle an. Die beiderseitigen Ampullen stoßen in der Mittellinie zusammen. Dorsal liegt ihnen die Samenblase auf. Jenseits

der spindligen Ampulle verdünnt sich der Samenleiter stark und mündet in die Ventralwand der Samenblase ein. Der Samenleiter hat innerhalb der Bauchhöhle einen Durchmesser von 1,3—1,5 mm, in der Ampulle verdickt er sich auf 4—5 mm, im Endstück verdünnt er sich auf 1 mm. Mit seinem aufsteigenden Schenkel verlaufen zusammen die A. und V. deferentialis, die Venen des Plexus pampiniformis und die Nerven des Plexus deferentialis.

Die Schleimhaut des Samenleiters legt sich in zahlreiche, dünne, zunächst ziemlich niedrige Längsfalten, die an ihren Firsten auf lange Strecken miteinander verschmelzen, so daß auf dem Querschnitt arkadenförmige Schleimhautbrücken ins Lumen vorragen. Ihren höchsten Grad erreicht diese Faltenbildung in der Ampulle (Fig. 65 *amp*). Hier sind die Falten so hoch, daß das

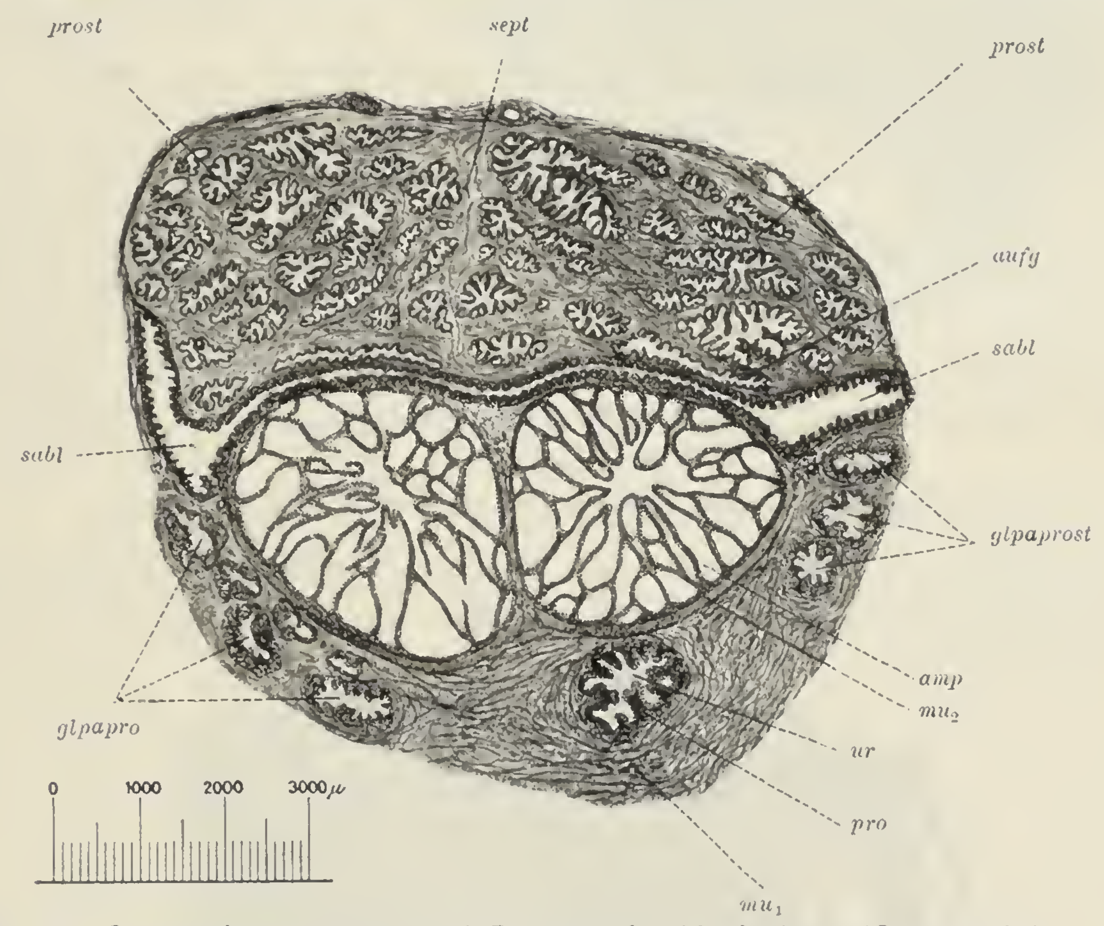


Fig. 65. Samenleiterampullen und Prostata des Kaninchens (Querschnitt). *prost* Prostata, *sept* medianes Septum, *aufg* Ausführungsgang, *sabl* Samenblase, *glpaprost* Gl. paraprostaticae, *amp* Samenleiterampulle, mu_2 deren Muskularis, *ur* Harnröhre, *pro* deren Propria, mu_1 Muskulatur der Harnröhre.

Lumen fast verschwindet. Die Primärfalten sind mit zahlreichen, miteinander anastomosierenden Sekundärfalten besetzt.

Das die Schleimhaut überziehende Epithel ist im Samenleiter einschichtig. In den Buchten zwischen den Falten sind die Zellen niedrig zylindrisch und tragen Flimmerbesatz, auf den Seitenflächen der Falten werden die Zellen kubisch und verlieren die Flimmern. In den Ampullen fehlen die Flimmern vollkommen, die Zellen sind kubisch bzw. platt.

Das Epithel sitzt auf einer dünnen, mit feinen elastischen Fasernetzen durchsetzten Propria. Die Muskularis besteht aus glatten Muskelfasern und erreicht im Samenleiter eine Dicke von 200 μ. Auf die Propria folgt zunächst eine dünne zirkuläre, dann eine dicke, durch Bindegewebssepten vielfach gebündelte Längsfaserschicht. In der Ampulle ist nur eine ganz dünne Längsmuskellage vorhanden (Fig. 65 mu_2).

d) Die Samenblase.

Die unpaare Samenblase stellt ein in dorsoventraler Richtung stark abgeplattetes Säckchen dar. Rostralwärts läuft sie in zwei kurze Zipfel aus, kaudal verschmälert sie sich stark und vereinigt sich mit der Harnröhre zur Bildung des Sinus urogenitalis. Sie liegt dorsal von den Samenleiterampullen, zwischen diesen und der Prostata, zu einem schmalen Spalt verengt. Lateral ragt ihre erweiterte Randpartie noch etwas über die Ampullen hinaus (Fig. 65 *sabl*).

In die ventrale Wand der Samenblase münden dicht nebeneinander im kaudalen verschmälerten Abschnitt die Samenleiterampullen ein. Der nun noch folgende kurze, nur ca. 150 μ breite Endabschnitt der Samenblase lagert sich der jetzt verbreiterten Harnröhre an und vereinigt sich sehr bald mit ihr.

Die Schleimhaut der Samenblase legt sich in zahlreiche niedere Längsfalten, zwischen deren Basen sich kleine, rundliche Krypten bilden. Überzogen ist die Schleimhaut von einem ungefähr 15 μ hohen, einfachen Zylinderepithel. In dem Kaudalabschnitt steigt die Epitheldicke auf 25—30 μ und zwischen den Basen der Zylinderzellen treten kleine, kubische Zellen auf, so daß wir hier ein zweizeiliges Zylinderepithel haben. Die Propria ist reich an elastischen Fasernetzen. Nach außen folgt ein von zahllosen Bündeln glatter Muskelfasern durchsetztes Bindegewebe, das dorsalwärts in das Gewebe der Prostata übergeht, ventralwärts sich auf die Gl. paraprostaticae und die Harnröhre fortsetzt.

e) Der Sinus urogenitalis und der Penis.

Der aus der Vereinigung von Harnröhre und Samenblase entstandene Sinus urogenitalis wird zunächst umhüllt von jener oben erwähnten glatten



Fig. 66. Vereinigung von Harnröhre und Samenblase des Kaninchens.
ur Harnröhre, *prost* Ausführungsgänge der Prostata, *sabl* Mündung der Samenblasen, *mubucav* M. bulbocavernosus.

Muskelmasse, sehr bald schließen sich dann weiter nach außen zwei quergestreifte Muskeln, die Mm. bulbocavernosus und ischiocavernosus an. In dieser

Muskelmasse tritt dann dorsal vom Sinus die Glandula bulbourethralis auf (Fig. 67 *Cowdr*). Nachdem sie verschwunden ist, tritt der Sinus in das Begattungsorgan, den Penis ein und durchsetzt ihn seiner ganzen Länge nach, um sich an der Penisspitze im Orificium externum zu öffnen.

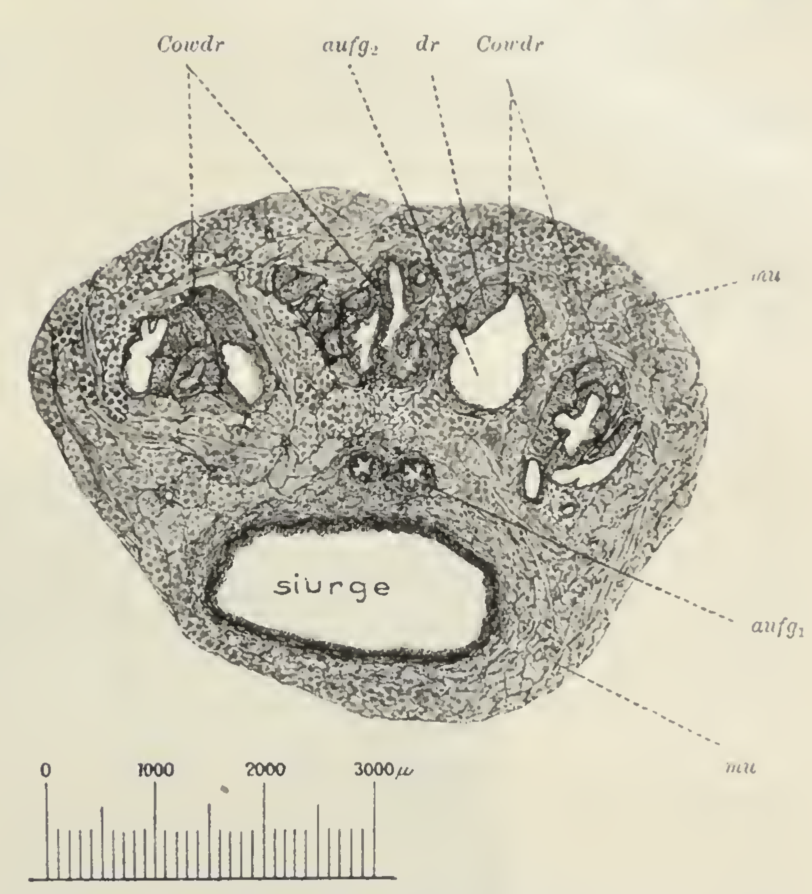


Fig. 67. Sinus urogenitalis und Cowpersche Drüsen des Kaninchens (Querschnitt).

Cowdr Cowpersche Drüsen, $aufg_1$ Ausführungsgang, $aufg_2$ blasige Erweiterungen seiner Zweige innerhalb der Drüse, *mu* quergestreifte Muskulatur, *siurge* Sinus urogenitalis, *dr* Drüsenparenchym.

In die dorsale Wand des Sinus urogenitalis münden bald nach seiner Entstehung die Ausführungsgänge der Prostata und ein Stückchen weiter kaudal die Ausführungsgänge der Glandulae bulbourethrales.

Das männliche Glied, der Penis des Kaninchens ist ein 40—50 mm langes, zylindrisches, kaudal spitz auslaufendes und schwach hakenförmig gebogenes Organ, das im Ruhezustand in einer von der äußeren Haut gebildeten Tasche liegt, aus der es sich leicht vorstülpen läßt. Diese Präputialtasche ist ausgekleidet von einer schleimhautartigen, haarlosen Fortsetzung der äußeren Haut, welche sich auf das zugespitzte Ende des Penis überschlägt, dasselbe vollkommen überzieht und am Orificium externum in die Schleimhaut des Sinus urogenitalis übergeht. Man kann demnach an diesem Präputium oder der Vorhaut ein viszerales und ein parietales Blatt unterscheiden, das erstere überzieht die Penisspitze, das letztere bildet die Auskleidung der Präputialtasche.

Die Stütze der Penis bilden die beiden Schwellkörper, das paarige Corpus fibrosum und das unpaare Corpus spongiosum. Das Corpus fibrosum entspringt jederseits vom Ramus ascendens des Sitzbeins. Die beiderseitigen Schwellkörper lagern sich bald eng aneinander und verlaufen so zur Penisspitze, wo sie miteinander verschmolzen zugespitzt enden. Jedes Corpus fibrosum (Fig. 68 *corfib*) wird umhüllt von einer derben, bindegewebigen Kapsel (ka_1). Nach der Aneinanderlagerung verschmelzen die beiderseitigen Kapseln und zwischen ihnen bleibt das mediane Septum penis (*septpe*). Von der Kapsel strahlen grobfaserige Längssepten (*sept*) in das Innere und zerlegen dasselbe in eine Anzahl miteinander kommunizierender Räume, ausgefüllt mit einem schwammartigen Kavernensystem. Die miteinander kommunizierenden Hohlräume desselben sind bald eng spaltförmig, bald weiter und werden ausgekleidet von einem niedrig kubischen Epithel. Das die Kavernen umgebende Balkenwerk enthält neben sehr spärlichen kollagenen Fäserchen, feinste elastische Fasernetze, verästelte Bindegewebszellen und starke Züge glatter Muskelfasern.

In das Kavernensystem des Corpus fibrosum öffnen sich die Zweige der A. dorsalis penis (*adope*), aus ihm führen die Vv. emissariae ab. Bei der Erektion strömt das Blut in die Kavernen ein und wird durch Kompression jener Venen am Abfluß verhindert.

Das unpaare Corpus spongiosum (*corspo*) umhüllt den Sinus urogenitalis (*siurge*), reicht aber nicht bis zur Penisspitze. Es liegt ventral von den Corpora fibrosa, von ihnen durch ein schmales Bindegewebsseptum getrennt. Auch es ist von einer bindegewebigen Kapsel (ka_2) umhüllt. Sie ist aber viel dünner, als beim Corpus fibrosum und schickt auch keine Scheidewände ins Innere. Von der Innenfläche der Kapsel gehen überall feine, von starken elastischen Netzen



Fig. 68. Penis des Kaninchens (Querschnitt).
corfib Corpora fibrosa, ka_1 Kapsel derselben, *septpe* Septum penis, *siurge* Sinus urogenitalis, *adope* A. dorsalis penis, *sept* Längssepten der Corpora fibrosa, *aur* A. urethralis, *corspo* Corpus spongiosum, ka_2 dessen Kapsel.

durchsetzte Bälkchen aus, anastomosieren miteinander und bilden so ein ganz ähnliches Kavernensystem, wie im Corpus fibrosum. Auch glatte Muskelfasern finden sich innerhalb der Bälkchen, hauptsächlich zu längsverlaufenden Bündeln angeordnet. Die Kavernen sind ausgekleidet von einem einfachen platten Epithel. In sie öffnet sich die A. urethralis (*aur*).

Der Sinus urogenitalis (*siurge*) verläuft auf seinem Weg durch den Penis zum größten Teil innerhalb des Corpus spongiosum und stellt einen schmalen oder breiteren Querspalt dar. Die Schleimhaut legt sich in niedrige Längsfalten und ist überzogen von einem mehrschichtigen Zylinderepithel. Die mit zahlreichen elastischen Fasern durchsetzte Propria geht ohne scharfe Grenze in das Gewebe des Corpus spongiosum über. Ein Stück vor dem Orificium externum werden die oberflächlichsten Zellen des Epithels immer niedriger, so

daß schließlich ein geschichtetes Plattenepithel resultiert, das an der Mündung in das Epithel des viszeralen Präputialblattes übergeht. Das Orificium externum liegt nicht auf der Penisspitze, sondern etwas unter ihr.

f) Die Drüsen der Harnröhre und des Sinus urogenitalis.

Die Prostata (Fig. 65 *prost*) bildet eine ungefähr halbkugelige, dorsal der Samenblase aufgelagerte Drüsenmasse. Ein medianes, bindegewebiges Septum (*sept*) deutet eine ursprünglich paarige Anlage der Drüse an. Aus dem kaudalen Drüsenende treten jederseits 4—5 Ausführungsgänge hervor (Fig. 66 *prost*) und münden in die dorsale Wand des Sinus urogenitalis kurz nach seiner Entstehung. Jeder Ausführungsgang tritt in einen Drüsenlappen ein, verzweigt sich mehrfach und die Zweige erweitern sich zu langen Schläuchen, deren Lumen durch zahlreiche Schleimhautfalten stark eingeengt wird. Die Ausführungsgänge sind ausgekleidet mit einem einfachen, niedrigen Zylinderepithel. Auf den Falten der Drüsenschläuche nehmen die Zellen beträchtlich an Höhe zu. Sie werden lang zylindrisch. Der Kern liegt basal, der Zellkörper ist erfüllt von feinen, stark azidophilen Körnchen. Diese Sekretkörnchen werden ins Drüsenlumen ausgestoßen, wo man sie teils regellos zerstreut, teils zu größeren, kugligen Massen zusammengeballt findet.

Ausführungsgänge und Drüsenschläuche sind umgeben von einer dünnen, bindegewebigen Membrana propria. Das intralobuläre Bindegewebe zeichnet sich durch seinen Gehalt an glatten Muskelfasern aus, so daß die ganze Drüsenmasse in glatte Muskulatur eingebettet erscheint.

Die Glandulae paraprostaticae (Fig. 65 *glpaprost*) liegen zu beiden Seiten der Harnröhre, ventral und lateral von den Samenleiterampullen in die bindegewebig muskulöse Masse eingebettet, welche die Harnröhre umgibt. Es sind jederseits 3—6 mehrere Millimeter lange Schläuche, von denen jeder in die laterale Wand der Harnröhre kurz vor ihrem Übergang in den Sinus urogenitalis sich einsenkt.

Die Wand eines jeden Schlauches legt sich in zahlreiche Längsfalten, ist überzogen von einem einfachen Zylinderepithel und umgeben von einer dicken bindegewebigen Membrana propria.

Ähnlich wie die Prostata eine Vorwölbung der dorsalen Samenblasenwand, so bildet die Glandula bulbourethralis oder COWPERsche Drüse (Fig. 67 *Cowdr*) eine Hervorwölbung der dorsalen Wand des Sinus urogenitalis. Sie läßt nur sehr undeutlich eine paarige Anlage erkennen. Aus jeder Drüsenhälfte kommen 3—4 Ausführungsgänge hervor ($aufg_1$) und münden dicht hintereinander in die dorsale Wand des Sinus urogenitalis. In die Drüse eingetreten, erfährt jeder Gang eine starke blasige Erweiterung ($aufg_2$). Diesen auf den Schnitten sehr auffällig hervortretenden Drüsenblasen liegt entweder allseitig oder auch nur einseitig das in einzelne Läppchen gesonderte Drüsenparenchym an (*dr*), bestehend aus stark gewundenen Kanälchen mit sehr engem Lumen. Die Röhrchen verzweigen sich vielfach und münden mit kurzen Sammelstücken in die Drüsenblasen ein. Sie sind ausgekleidet mit kubischen Zellen mit kugligem Kern und feinen azidophilen Granulationen im Zellkörper.

Die COWPERsche Drüse ist eingebettet in die quergestreifte Muskelmasse der Mm. bulbocavernosus und ischiocavernosus.

Weiter kaudal schiebt sich dann zwischen Penis und Mastdarm jederseits die ziemlich umfängliche, lang bohnenförmige Masse der Inguinaldrüsen ein. Die makroskopische Besichtigung zeigt beim lebenden Tier jederseits vom After eine tiefe, haarlose Hauttasche, die Inguinaltasche, in deren Tiefe die Drüsenmasse zum Vorschein kommt und in die sie ihr Sekret entleert. Schon die makroskopische Präparation ergibt, daß es sich um zwei differente, dicht nebeneinander gelegene Drüsen handelt, die eine mehr laterale, sieht grauweißlich aus, die andere, dicht an den Sinus urogenitalis angeschmiegte dunkelbräunlich. Beide sind ihrer Abstammung nach zweifellos Hautdrüsen und zwar ist die laterale eine stark vergrößerte Talgdrüse, die andere ein umgewandelter Schweißdrüsenkomplex.

Unsere Fig. 69 zeigt die beiden nebeneinander gelegenen Drüsen im Querschnitt. Die Talgdrüse, Glandula inguinalis sebacea (*glingseb*) läßt im Zentrum den rundlichen Ausführungsgang (*aufg*$_1$) erkennen, von dem die Äste

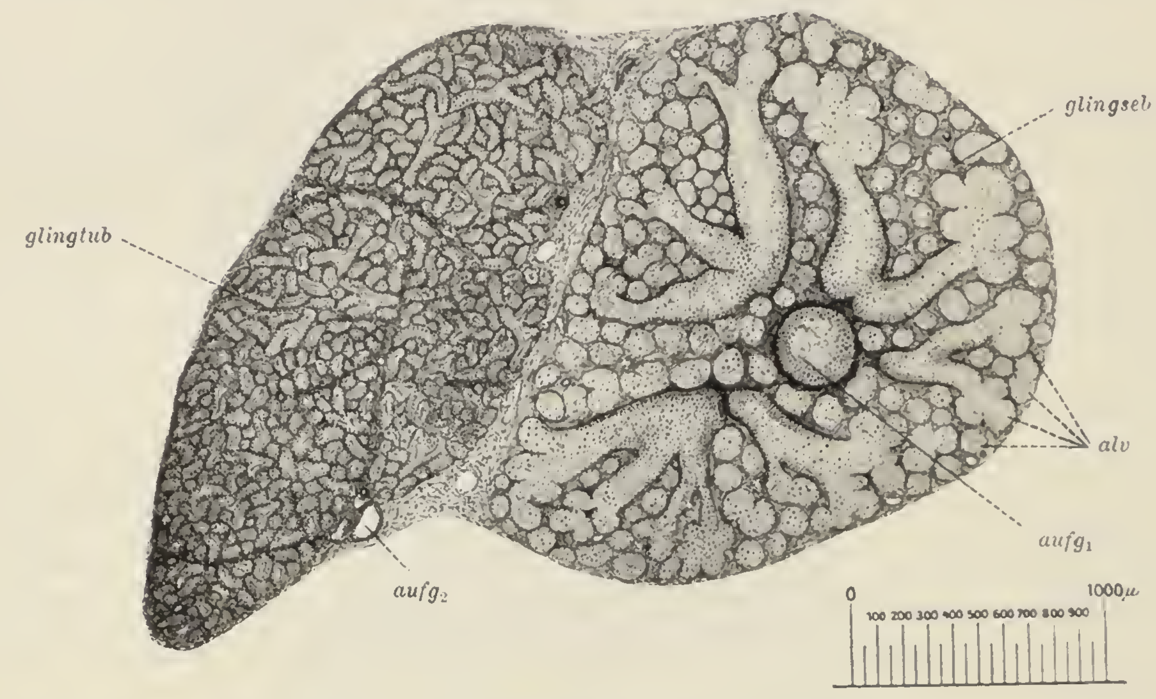


Fig. 69. Inguinaldrüsen des Kaninchens.
glingseb Gl. inguinalis sebacea, *aufg* deren Ausführungsgang, *alv* Drüsenalveolen, *glingtub* Gl. inguinalis tubulosa, *aufg*$_2$ deren Ausführungsgang.

radiär nach der Peripherie und gleichzeitig schräg rostralwärts aufsteigen. Auf seinem Weg durch die Drüse gibt der Gang solche Äste in mehreren Etagen ab, so daß das Bild einer baumförmigen Verzweigung resultiert. Die Äste verzweigen sich und die Zweige sind mit kugligen Alveolen (*alv*) besetzt.

Der Ausführungsgang ist ausgekleidet mit geschichteten Plattenepithel als direkte Fortsetzung der Epidermis der Inguinaltasche. Das Lumen wird ausgefüllt von einem fettigen Zelldetritus. Dieses Epithel setzt sich auch in die Äste, Zweige und Alveolen fort. Während aber in den Ästen und zum Teil auch in den Zweigen noch ein mit zerfallenen Zellen ausgefülltes Lumen vorhanden ist, werden die Alveolen vollkommen von Zellen ausgefüllt. Diese sind ziemlich groß, polyedrisch und enthalten einen kugligen Kern in einem stark vakuolisierten Zellkörper. Die Vakuolisation nimmt von der Peripherie der Alveolen nach dem Zentrum zu. Gefrierschnitte lehren, daß die Vakuolen mit Fetttröpfchen gefüllt sind. In den noch nicht verfetteten, periphern Zellen trifft man zahlreiche mitotische Teilungen. Die verfetteten, zentralen Zellen werden wohl durch Druck

der sich teilenden und wachsenden, peripheren Zellen aus den Alveolen in die Zweige und das Lumen der Äste gedrängt, wo sie zerfallen und das talgartige Drüsensekret bilden.

Die braune Drüse, Glandula inguinalis tubulosa (*glingtub*) ist eine zusammengesetzte, verzweigt tubulöse Drüse mit zahlreichen, durch bindegewebige Septen getrennte Läppchen. Der unscheinbare Ausführungsgang (*aufg*$_2$) verzweigt sich in den Läppchen zu den Tubuli. Das relativ weite Lumen der letzteren ist ausgekleidet von 20—25 μ hohen Zylinderzellen mit kugligem, basal gelagertem Kern und feinen azidophilen Körnchen. Zwischen den Epithelzellen und der dicken, bindegewebigen Membrana propria treten dann noch vereinzelte zirkulär angeordnete Kerne auf. Da, wo die Tubularwand im Flachschnitt getroffen ist, erkennt man, daß sie zu verzweigten glatten Muskelzellen gehören, welche miteinander anastomosieren und ein zwischen Epithel und Membrana propria gelegenes, muskulöses Netzwerk bilden. Wir haben also hier ähnliche Verhältnisse wie in den Schweißdrüsen der äußeren Haut. Im Ausführungsgang ist das Epithel zweischichtig. Das Lumen des letzteren und der Tubuli ist von einer feinkörnigen Sekretmasse mit zahllosen Wanderzellen erfüllt, die man überall zwischen den Epithelzellen auf der Durchwanderung antrifft.

Schließlich wären noch die am freien Rand der Präputialtasche gelegenen Präputialdrüsen zu nennen, etwas vergrößerte Talgdrüsen.

13. Die weiblichen Geschlechtsorgane.

a) Die Eierstöcke.

Der paarige Eierstock, das Ovarium des Kaninchens findet sich als bohnenförmiger Körper dicht kaudal von der Niere. Der ungefähr 15 mm betragende Längsdurchmesser steht bei jüngeren Tieren senkrecht, bei älteren in rostral offenem Winkel schräg zur Medianebene. Die dicke, konvexe Kante wendet sich rostral bzw. lateral, die zugeschärfte konkave kaudal bzw. medial. Die grauweiße Oberfläche des Organs ist unregelmäßig, mit zahlreichen, verschieden großen, kugligen Erhebungen bedeckt. Mit der hinteren Bauchwand ist der Eierstock durch eine kurze Bauchfellduplikatur, das Mesovarium verbunden. Kaudal wird er schleifenförmig umzogen von dem Eileiter und kommt durch eine Bauchfellfalte in eine kleine Nische der hinteren Bauchwand, die Ovarialtasche, Bursa ovarii zu liegen. An den lateralen Eierstockpol legt sich das Eileiterende mit seiner Fimbria an und bedeckt einen großen Teil des Organs. Auf der kaudalen Kante treten im Hilus ovarii die Blutgefäße in das Organ ein.

Auf einem Querschnitt durch den Eierstock (Fig. 70) können wir Mark (*ma*) und Rinde (*ri*) unterscheiden. Die letztere ist, soweit sie nicht vom Bauchfell bedeckt ist, überzogen von einem einfachen, niedrig zylindrischen Epithel, dem Keimepithel (*keiep*). Mark und Rinde sind nirgends scharf voneinander gesondert, ihre Grundlage bildet ein Bindegewebsgerüst, das Stroma ovarii, bestehend aus feineren und dickeren Bindegewebsfasern, die in der äußersten Rinde zu dicken Bündeln vereinigt sind. In der Marksubstanz lockern sich die Bündel und lösen sich zu einem weitmaschigen, mit spärlichen glatten Muskelfasern durchsetzten Netzwerk auf. In den Netzmaschen liegen große Massen zu Haufen und Strängen angeordneter Zellen, die in ihrer Gesamtheit die inter-

stitielle Eierstocksdrüse ausmachen (*luze*). Diese auch als Luteinzellen bezeichneten Elemente sind klein, kuglig oder polyedrisch und enthalten einen runden Kern und feine Tröpfchen einer lipoiden Substanz. Die Marksubstanz ist reich an Blutgefäßen. Sie treten am Hilus ein, wo die Marksubstanz an die Oberfläche des Organs tritt.

In das bindegewebige Stroma der Rinde sind nun die Follikel eingebettet und zwar die jüngsten Stadien am weitesten nach außen, die älteren mehr nach innen. Da aber der Follikel sich bei seiner Reifung enorm vergrößert, so erreichen die ältesten Follikel, unter Verdrängung der jüngeren schließlich wieder die

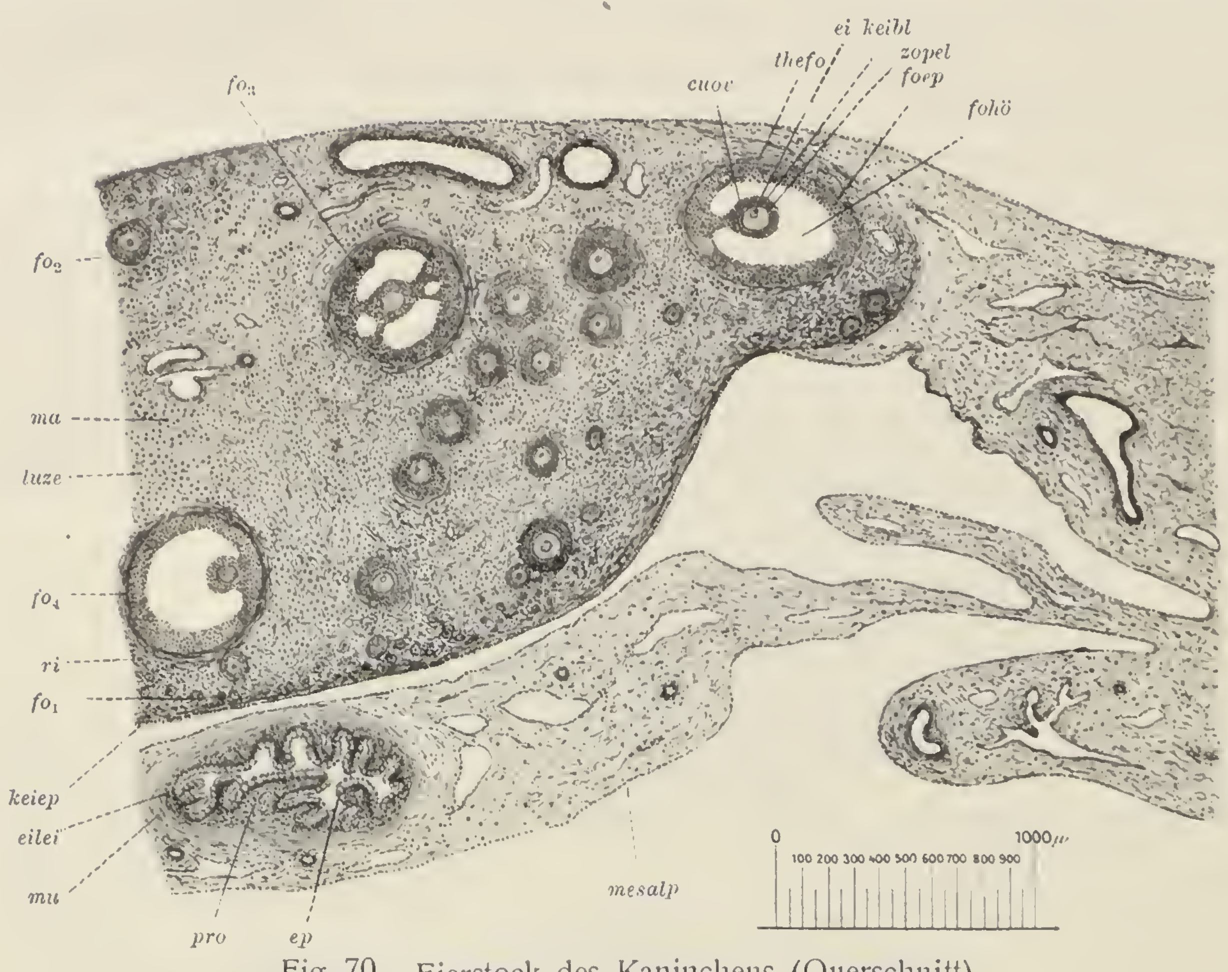


Fig. 70. Eierstock des Kaninchens (Querschnitt).

ma Marksubstanz, *ri* Rindensubstanz, *luze* Luteinzellen, *keiep* Keimepithel, fo_{1-4} Follikel in verschiedenen Entwicklungsstadien, *foep* Follikelepithel, *thefo* Theca folliculi, *cuov* Cumulus ovigerus, *fohö* Follikelhöhle, *ei* Eizelle, *zopel* Zona pellucida, *keibl* Keimbläschen, *eilei* Eileiter, *mu* Muskularis, *pro* Propia, *ep* Epithel, *mesalp* Mesosalpinx.

Eierstockoberfläche. Von diesen Follikeln geht im Laufe des Geschlechtslebens ein großer Prozentsatz zugrunde.

Die jüngsten Stadien finden sich als Ur- oder Primordialeier unmittelbar unter der bindegewebigen Außenschicht. Ein solches Primordialei stellt eine kugelige, 25—30 μ große Zelle mit großem, hellem, bläschenförmigem Kern dar. Sie ist das Homologon der Spermiozyte des Hoden. Während diese letztere aber sehr bald durch Teilung Präspermiden und dann Spermiden liefert, hat die Oozyte ein sehr langes Leben und erlangt ihre definitive Reifung erst außerhalb des Ovariums.

Die Ureier sind umgeben von kleinen, ebenfalls vom Keimepithel abstammenden Zellen, die sich sehr bald in einfacher Schicht als Follikelzellen um das Urei herumlagern und mit ihm zusammen den Primärfollikel (fo_1) liefern mit einem Durchmesser von 70—80 μ. Während bei jüngeren, noch nicht ge-

schlechtsreifen Tieren, die Ureier noch dicht gedrängt die Rinde bevölkern, findet man beim geschlechtsreifen Tier hier ausschließlich Primärfollikel.

Die Weiterentwicklung der Follikel, die schon kurz nach der Geburt, vor allem aber bei Eintritt der Geschlechtsreife einsetzt, spielt sich einmal am Ei, zweitens an den Follikelzellen und drittens in der unmittelbaren Umgebung des Follikels ab und führt zur Bildung eines mit Flüssigkeit gefüllten Bläschens, des Graafschen Follikels.

Das Ei nimmt während des Follikelwachstums beträchtlich an Größe zu, sein Durchmesser steigt auf 150—180 μ. Während es also gegenüber dem Urei um das fünf- bis sechsfache wächst, vergrößert sich der Kern oder das Keimbläschen (*keibl*) höchstens um das Doppelte. In dem so stark vergrößerten Zellkörper lagern sich vom Kern nach der Peripherie fortschreitend feine Dotterkörnchen ab, die schließlich den ganzen Eikörper bis auf eine schmale Randzone einnehmen. Dabei nimmt das früher zentral gelegene Keimbläschen eine mehr exzentrische Lage ein, sein Chromatin büßt die früher starke Basophilie ein und wird rein oxyphil.

Schon bei einem Durchmesser von 70—80 μ umgibt sich das Ei mit einer homogenen Membran, der Zona pellucida (*zopel*), an deren Bildung Eikörper und Follikelepithel wohl gleichmäßig beteiligt sind.

Das Follikelepithel (*foep*), beim Primärfollikel aus einer einfachen Lage platter Zellen bestehend, zeigt bald lebhaftes Wachstum. Die Zellen nehmen zunächst kubische und zylindrische Form an und vermehren sich dann mitotisch, so daß sich nun um das Ei herum ein vielschichtiger Zellbelag bildet (fo_2). Hat der Follikel einen Durchmesser von 300—400 μ erreicht, so kommt es innerhalb des Follikelepithels durch Vakuolisierung und Verflüssigung der Zellen zu Hohlraumbildungen (fo_3), die allmählich zusammenfließen (fo_4) und eine einzige große Follikelhöhle (*fohö*) liefern, ausgekleidet von dem mehrschichtigen Follikelepithel (*foep*), das an einer Stelle mit dem das Ei (*ei*) umschließenden Cumulus ovigerus (*cuov*) in die Follikelhöhle hineinragt.

Die Veränderungen in der Umgebung des Follikels bestehen darin, daß von dem umgebenden Ovarialstroma eine bindegewebige Hülle um den Follikel gebildet wird, die Theca folliculi (*thefo*).

Wenn der Follikel der Oberfläche des Eierstocks sich mehr und mehr nähert, kommt es zu einer Degeneration der letzteren und der benachbarten Teile der Follikelwand und unter gleichzeitiger Steigerung des Follikelbinnendruckes erfolgt der Durchbruch in die Bauchhöhle. Das noch von einem Kranze von Follikelzellen (Corona radiata) umgebene Ei wird von den Fimbrien aufgenommen und gelangt in die Tube. Hier macht es die letzten Reifungsprozesse durch und hier erfolgt auch die Befruchtung. Diese abschließenden Reifungsvorgänge bestehen in der Ausstoßung der Richtungskörper. Sie werden, zwei an der Zahl, durch zwei aufeinanderfolgende Teilungen des Kerns, von denen die letzte eine Reduktionsteilung ist, als kleine ovoide Körperchen abgeschnürt und gehen zugrunde, so daß also hierin ein wesentlicher Unterschied gegenüber der Spermiogenese liegt. Bei ihr liefert jeder Spermiozyt vier lebensfähige Samenfäden, bei der Oogenese entsteht dagegen aus jeder Oozyte nur ein befruchtungsfähiges Ei.

Bald nach dem Austritt des Eies kollabieren die Wände der Follikelhöhle

und aus dem Follikel bildet sich ein Corpus luteum, ein großer, kugliger Körper, bestehend aus Zellen, den Luteinzellen, aus diese Zellen umflechtenden Bindegewebsfasern und aus von der Theka her eingedrungenen Blutgefäßen. Die Luteinzellen haben einen Durchmesser bis zu 50 μ, enthalten einen großen, kugligen Kern und ein vakuolisiertes Protoplasma mit Tröpfchen eines gelben, lipoidartigen Körpers (Lutein) in den Vakuolen. Wahrscheinlich stammen sie von dem Follikelepithel ab und produzieren einen Stoff, der in die Blutbahn gelangt, für die Implantation der Eier in die Uterinschleimhaut von Bedeutung ist.

Im Zentrum des Corpus luteum liegt zunächst noch ein mit Follikelflüssigkeit und ausgetretenem Blut gefüllter Hohlraum, der aber bald von eindringendem Bindegewebe ausgefüllt wird. Sobald die Entwicklungshöhe des Corpus luteum überschritten ist, degenerieren und zerfallen die Luteinzellen, das Bindegewebe schrumpft und die Blutgefäße kollabieren. Der Körper verliert damit seine gelbe Farbe und wird nun als Corpus albicans bezeichnet.

In der unmittelbaren Nachbarschaft des Eierstocks findet sich bei jüngeren Tieren nicht selten ein kleines rudimentäres Organ, das Paroophoron. Es ist ein Residuum des kaudalen Teils der Urniere und kann in ausgeprägten Fällen, wie diese, aus Urnierenkapseln und gewundenen, mit kubischem Epithel ausgekleideten Kanälchen bestehen, die sich später in Zysten und unregelmäßige Epithelhaufen umwandeln.

b) Die Eileiter.

Der paarige Eileiter, Tuba uterina umzieht als vielfach gewundener, stricknadeldicker Gang zuerst in einer Schleife die kaudale Zirkumferenz des Eierstocks und wendet sich dann kaudal und medial gegen die Mittellinie, um hier in den Uterus überzugehen. Beim erwachsenen Tier erreicht er eine Länge von 80—100 mm. Sein rostrales, dem lateralen Eierstockspol dicht anliegendes Ende öffnet sich mit dem Ostium abdominale frei in die Bauchhöhle, sein kaudales Ende mit dem Ostium uterinum in den Uterus. Im Ostium abdominale erweitert sich der Eileiter trichterförmig und seine Wand legt sich in zahlreiche, mit fransenartigen Fortsätzen besetzte Falten, die Fimbria ovarica.

Die Schleimhaut des Eileiters (Fig. 70 *eilei*) zeichnet sich durch starke Längsfaltung aus, die Falten nehmen vom Ostium uterinum zum Ostium abdominale fortwährend an Höhe und Zahl zu. Sie sind bedeckt von einem 25—30 μ hohen, flimmernden Zylinderepithel (*ep*) mit zweierlei Zellen, flimmernden Zylinderzellen abwechselnd mit flimmerlosen Schleimzellen. Das Epithel sitzt direkt auf einer zellreichen Propria (*pro*), welche auch den Grundstock der Schleimhautfalten bildet. Eine Submukosa fehlt. An die Propria schließt sich unmittelbar die aus zirkulären, glatten Muskelfasern bestehende Muskularis (*mu*). Äußerlich wird der Eileiter noch vom Bauchfell überzogen, das ihn durch den Mesosalpinx, eine dicke Duplikatur mit der hinteren Bauchwand verbindet.

c) Die Uteri.

Bei dem Übergang in den Uterus verdickt sich der Eileiter ganz beträchtlich und läuft dann bei virginellen Tieren 70—80 mm lang, schräg mediokaudal, bei älteren Tieren direkt medial zur Mittellinie. Hier legen sich die beiden

Uteri dicht aneinander (Fig. 71 *ut*), laufen ein Stückchen weit hinter der Harnblase in der Medianebene kaudal und münden, jeder mit einer besonderen Öffnung, dem Orificium uteri oder Muttermund (*orut*) in die Scheide (*vag*). Wir haben also beim Kaninchen zwei in ihrem ganzen Verlauf voneinander getrennte Uteri, einen Uterus bipartitus. Durch Verschwinden der den kaudalen Abschnitt der Uteri trennenden Scheidewand kommt es bei höheren Säugetieren zur Bildung eines Uterus bicornis und bei den Primaten verschmelzen die Uteri in ihrer ganzen Länge zu einem Uterus simplex.

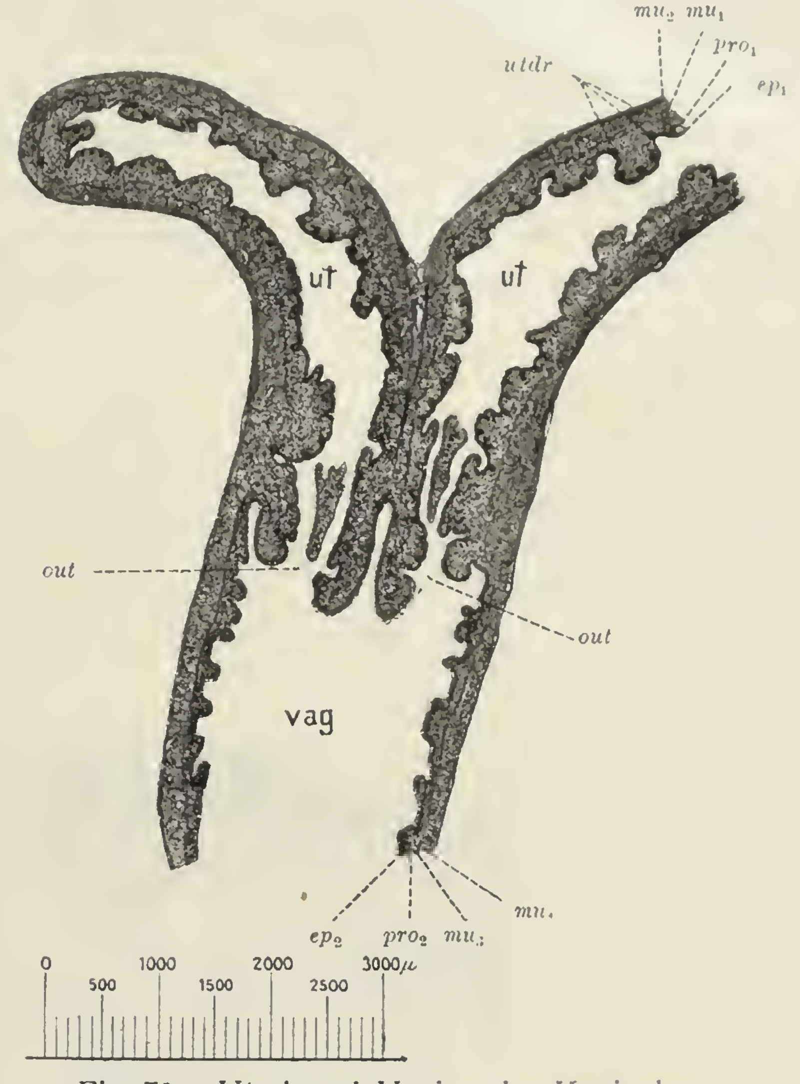


Fig. 71. Uteri und Vagina des Kaninchens (transversaler Längsschnitt).
ut Uterus, ep_1 dessen Epithel, pro_1 Propia, mu_1 Zirkulärmuskulatur, mu_2 Längsmuskulatur, *utdr* Uterindrüsen, *out* Orificium uteri, *vag* Vagina, ep_2 deren Epithel, pro_2 Propria, mu_3 Längsmuskulatur, mu_4 Ringmuskulatur.

Wie der Eileiter, so wird auch der freie Anfangsabschnitt des Uterus durch eine Bauchfellfalte an die hintere Bauchwand befestigt, die sich dann auf die Ventralfläche des verwachsenen Kaudalabschnittes und weiterhin auf den Anfang der Scheide fortsetzt und von hier sich auf die dorsale Blasenwand überschlägt.

Die den Uterus auskleidende Schleimhaut ist dick und legt sich in niedere Längsfalten, sie durchziehen das Organ seiner ganzen Länge nach und verleihen dem Orificium uteri ein sternförmiges Aussehen. Die Schleimhaut wird bedeckt von einem niedrigen, flimmerlosen Zylinderepithel (ep_1). Von ihm senken sich zahlreiche, höchstens 100 μ lange, gerade Schläuche in die Tiefe, die Uterindrüsen (*utdr*), ausgekleidet mit Oberflächenepithel. Am Orificium uteri werden die Zylinderzellen höher und zeigen deutlichen Flimmerbesatz.

Die Propria (pro_1) ist sehr dick und gut vaskularisiert. Sie enthält nur ganz geringe Mengen kollagener Fasern und besteht in der Hauptsache aus dicht gedrängten sternförmigen Zellen. Die Muskularis enthält glatte innere Zirkulär- (mu_1) und äußere Längsmuskelfasern (mu_2).

d) Die Scheide.

Der sich an die paarigen Uteri anschließende unpaare, als Scheide oder Vagina bezeichnete Abschnitt des weiblichen Geschlechtsapparats hat beim jungen, virginellen Tier eine Länge von 70—80 mm und einen Durchmesser von 3—5 mm. Er erstreckt sich hinter der Symphyse und Harnröhre kaudal bis zur Mündung der letzteren, um hier sich in den Sinus urogenitalis zu öffnen.

Am Muttermund reicht die Scheide noch etwas weiter rostral, so daß die Uterinöffnungen zapfenförmig in das Scheidenlumen hineinragen.

Das Scheidenlumen ist rundlich oder queroval. Die Scheidenschleimhaut legt sich in niedrige Längsfalten und ist zunächst überzogen von einem niedrigen, flimmerlosen Zylinderepithel (ep_2), dem aber die Drüsen vollkommen fehlen. In der kaudalen Scheidenhälfte verdickt sich allmählich das Epithel und geht in ein geschichtetes Plattenepithel über.

Die Propria (pro_2) ist dünn und bindegewebig. Ihr liegt nach außen zunächst eine dünne Lage longitudinaler (mu_3), dann eine dicke Schicht zirkulärer (mu_4) glatter Muskelfasern auf. In der kaudalen Scheidenhälfte verflechten sich die beiden Schichten vielfach miteinander.

e) Der Sinus urogenitalis.

Der Sinus urogenitalis stellt eine dorsoventral verlaufende Rinne dar, in welche sich ventral die Harnröhre, dorsal die Vagina öffnet. Die äußere Öffnung des Sinus urogenitalis, die Vulva wird jederseits von einer niedrigen Hautfalte, den Schamlippen, Labia minora umgeben. Ventral und dorsal gehen die

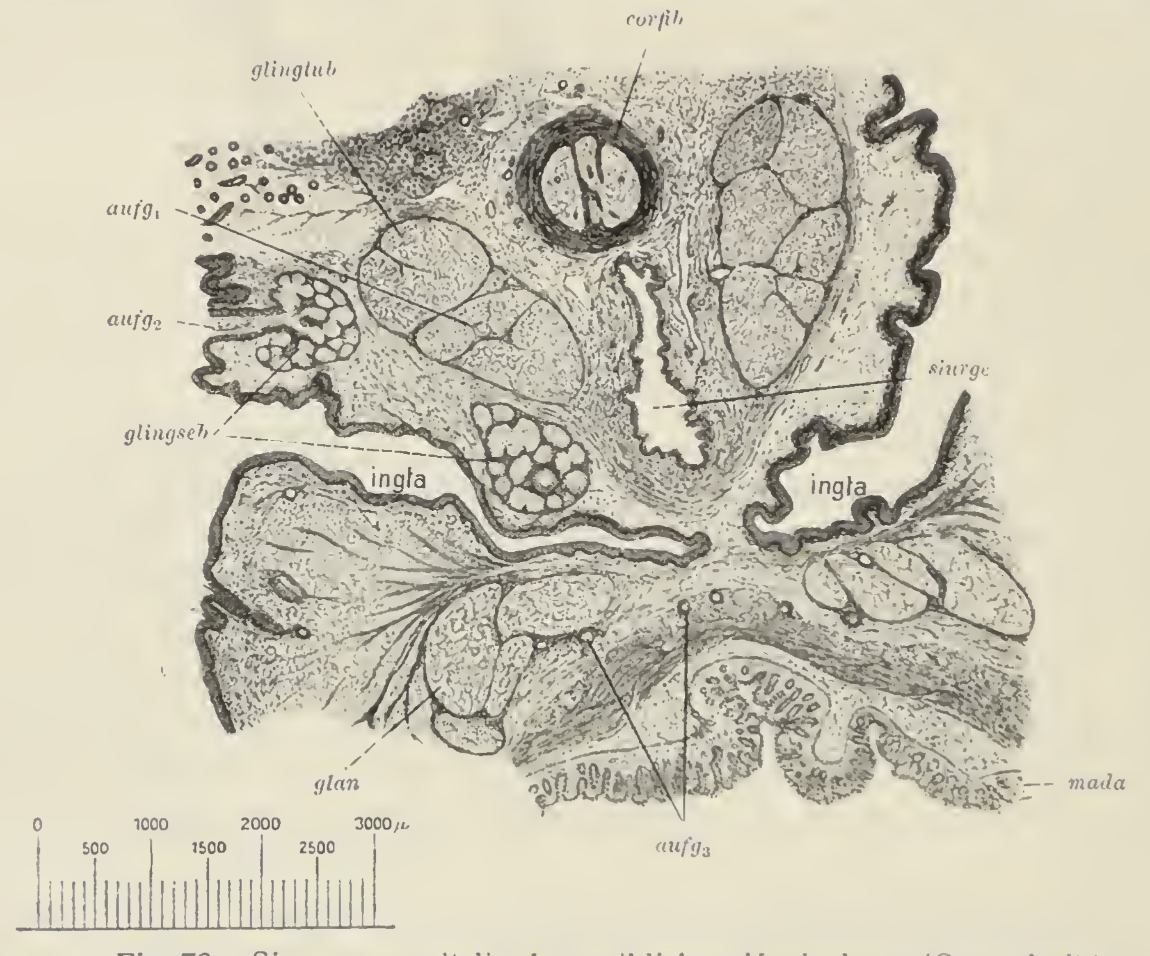


Fig. 72. Sinus urogenitalis des weiblichen Kaninchens (Querschnitt).
siurge Sinus urogenitalis, *corfib* Schwellkörper der Klitoris, *glingtub* Gl. inguinalis tubulosa, $aufg_1$ deren Ausführungsgang, *glingseb* Gl. inguinalis sebacea, $aufg_2$ deren Ausführungsgang, *ingta* Inguinaltasche, *glan* Gl. analis, $aufg_3$ deren Ausführungsgang, *mada* Mastdarmschleimhaut.

Schamlippen in spitzem Winkel ineinander über. Innerhalb des ventralen Winkels ragt die dem Penis des männlichen Tieres homologe Klitoris hervor. In den Sinus urogenitalis münden die Glandulae bulbourethrales.

Die Schleimhaut des Sinus urogenitalis ist ausgekleidet von geschichtetem Plattenepithel. In den Schamlippen finden sich zahlreiche Talgdrüsen.

Die Klitoris zeigt in Form und Bau große Ähnlichkeit mit dem Penis. Sie hat die Gestalt eines, bei älteren Tieren bis zu 30 mm langen, etwas hackenförmig gekrümmten spitzauslaufenden Zapfens, der sich leicht, wie der Penis hervorstülpen läßt. Auch hier haben wir wieder ein aus zwei Blättern bestehendes Präputium. Das viszerale Blatt überzieht die Klitorisspitze, das parietale kleidet den kurzen Präputialsack aus. Ihr dem Corpus fibrosum der Penis homologer Schwellkörper (Fig. 72 *corfib*) geht mit zwei Schenkeln vom Ramus ascendens des Sitzbeins aus, die sehr bald miteinander verschmelzen. Die Umgebung des Schwellkörpers ist außerordentlich reich an Nerven, die in dem Präputium teils frei intraepidermoidal, teils in tiefer gelegenen KRAUSEschen Körperchen enden.

f) Die Anhangsdrüsen des weiblichen Urogenitalapparates.

Von Anhangsdrüsen sind beim weiblichen Geschlecht Glandulae bulbourethrales und Glandulae inguinales vorhanden. Prostata und paraprostatische Drüsen fehlen.

Die Glandulae bulbourethrales liegen zu beiden Seiten der Harnröhre und münden mit mehreren Ausführungsgängen in den Sinus urogenitalis. Sie sind umfangreicher als beim Männchen, zeigen aber sonst den gleichen Bau.

Auch bei den Inguinaldrüsen des Weibchens können wir eine Glandula inguinalis tubulosa (Fig. 72 *glingtub*) und eine Glandula inguinalis sebacea (*glingseb*) unterscheiden. Ihre Ausführungsgänge ($aufg_1$ und $aufg_2$) öffnen sich in die zwischen Sinus urogenitalis (*siurge*) und After (*mada*) gelegene Inguinaltasche (*ingtu*).

14. Die Zirkulationsorgane.

a) Das Blut.

Blut zur mikroskopischen Untersuchung entnimmt man beim Kaninchen am einfachsten der Haut der Ohrmuschel. Das Ohr des lebenden Tieres wird mit einem mit Äther getränkten Wattebausch kräftig abgerieben und ein kleiner Einschnitt mit der Lanzette gemacht. Der hervorquellende Bluttropfen wird auf dem Objektträger aufgefangen, in dünner Schicht ausgestrichen und in bekannter Weise weiter behandelt.

Die Erythrozyten des Kaninchenblutes (Fig. 73 *erz*) sind bikonkave, bisquitförmige, runde Scheiben, mit einem mittleren Durchmesser von 7 μ. Ihre Zahl beträgt ungefähr 5 Millionen im Kubikmillimeter Blut. Der Rand der Scheibe ist dicker als die Mitte; bei hoher Einstellung erscheint die Mitte dunkel, der Rand hell, bei tiefer Einstellung zeigt sich das umgekehrte Bild. Während die Jugendformen der Erythrozyten noch kernhaltig sind, sind die Kerne in den fertigen Körperchen nicht mehr nachzuweisen.

In nicht zu dünner Blutschicht legen sich die Erythrozyten mit ihren Breitseiten, wie die Stücke einer Geldrolle aneinander. Die Farbe der Erythrozyten ist ein lichtes Gelb, herrührend von dem Gehalt an Blutfarbstoff, Hämoglobin und Oxyhämoglobin. Beide sind in Wasser leicht lösliche, durch ihren Eisengehalt ausgezeichnete Proteide. Setzen wir dem frischen Blutpräparat Wasser zu, so färbt sich dasselbe, in dem es den Blutfarbstoff auslaugt. Dabei quellen die Erythrozyten stark auf und werden fast unsichtbar, schattenhaft. Setzt

man dagegen eine stärkere Salzlösung zu, so schrumpfen sie zu zackigen, stechapfelartigen Gebilden zusammen.

Die Erythrozyten sind infolge ihres Gehaltes an Blutfarbstoff ausgesprochen oxyphil, färben sich also mit saueren Farbstoffen. Strukturdetails lassen sich in ihnen nicht mehr erkennen.

Die weißen Blutkörperchen sind in wesentlich geringerer Zahl vorhanden als die roten. Auf 600 rote kommt nur 1 weißes. Sie sind zum Unterschied von den Erythrozyten stets kernhaltig und von sehr verschiedener Größe. Wir trennen sie wieder in Lymphozyten und Leukozyten.

Die Lymphozyten des Kaninchenblutes machen ungefähr die Hälfte aller weißen Blutkörperchen aus. Es sind meist kuglige Zellen die entweder

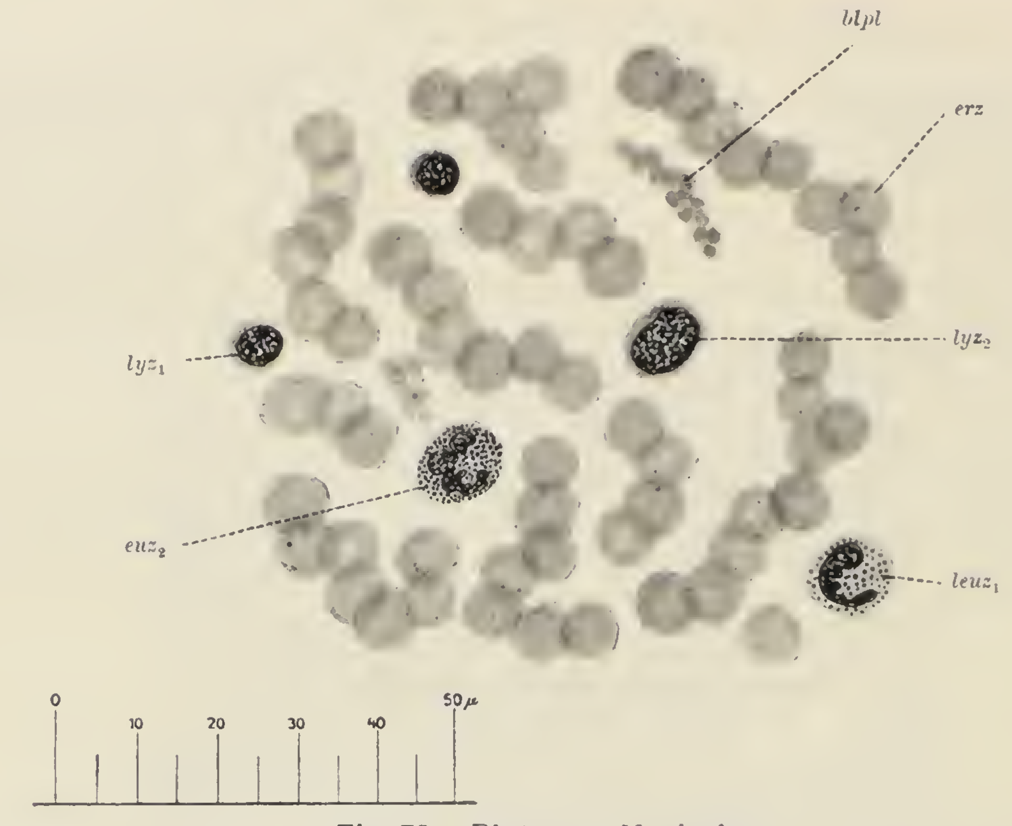


Fig. 73. Blut vom Kaninchen.
erz Erythrozyten, *blpl* Blutplättchen, lyz_{1-2} Lymphozyten, $leuz_1$ neutrophiler Leukozyt, $leuz_2$ eosinophiler Leukozyt.

etwas kleiner oder etwas größer als Erythrozyten sind (lyz_1 und lyz_2). Der Zellkörper wird so vollkommen von dem großen Kern ausgefüllt, daß nur ein schmaler, oft kaum wahrnehmbarer, leicht basophiler Protoplasmasaum übrig bleibt. Die Lymphozyten besitzen amöboide Eigenschaften und vermögen durch die unverletzte Gefäßwand ins Gewebe zu wandern.

Die Leukozyten zeichnen sich durch ihren Gehalt an Granulationen aus und werden nach der färberischen Reaktion der letzteren in neutrophile, eosinophile und basophile Leukozyten geteilt.

Die neutrophilen Leukozyten ($leuz_1$) sind stets größer als Erythrozyten. Der kuglige Zellkörper birgt einen in hohem Grade polymorphen Kern. Er ist häufig halbmond- oder wurstförmig und kann in mehrere, nur durch feine Bälkchen verbundene Teilstücke zerfallen. Außerdem enthält der Zellkörper stets Granulationen, die weder ausgesprochene Basophilie, noch ausgesprochene Oxyphilie zeigen.

Die eosinophilen Leukozyten (*leuz₂*) finden sich nur relativ selten im Kaninchenblut. Sie gleichen in Größe und Kernform den vorigen, unterscheiden sich aber von ihnen durch die ausgesprochene Oxyphilie ihrer Granulationen, die sich mit Eosin leuchtend rot färben.

Die basophilen Leukozyten oder Mastzellen kommen in der Häufigkeit des Auftretens etwa den vorigen gleich. Sie sind entweder ebenso groß als die Erythrozyten oder größer. Der Kern zeigt starken Polymorphismus. Die bald feineren, bald gröberen Granulationen sind stark basophil.

Außer roten und weißen Blutkörperchen enthält das Kaninchenblut noch als drittes morphologisches Element die Blutplättchen (*blpl*). Sie liegen meist in kleinen Haufen zusammen und dürften den Erythrozyten an Zahl nur wenig nachstehen. Die Substanz der kugligen, 2—3 μ im Durchmesser haltenden Körperchen zeigt geringe Basophilie. Sie enthalten niemals Hämoglobin. In ihrem Innern lassen sich Spuren eines Kerns nachweisen. Sie spielen eine große Rolle bei der Blutgerinnung, denn sie enthalten das Thrombogen, eine Vorstufe des Fibrinferments.

Den Erythrozyten fällt die wichtige Aufgabe zu, dem Körper auf dem Wege der Blutbahn Sauerstoff zuzuführen. Das in ihrem Leib enthaltene Hämoglobin nimmt in den Lungen Sauerstoff auf, wird dadurch zu Oxyhämoglobin und gibt ihn wieder an die Gewebe ab. Die Fortschaffung der Kohlensäure wird teils von den Erythrozyten, teils von dem Blutplasma besorgt. Die Erythrozyten haben nur eine begrenzte Lebensdauer, sie werden intra vitam fortwährend verbraucht und im Knochenmark neugebildet.

Die Aufgaben der weißen Blutkörperchen sind sehr mannigfacher Natur. Ihre amöboiden Eigenschaften befähigen sie aus den Gefäßen aus- und in die Gewebe einzuwandern und hier fermentative Prozesse, wie Fett- und Eiweißspaltung, ferner Oxydations- und Reduktionsprozesse einzuleiten. Außerdem sind sie befähigt, alle möglichen Zerfallsprodukte und körperfremde Elemente z. B. Bakterien aufzunehmen und unschädlich zu machen. Auch sie gehen fortwährend zugrunde und werden von den lymphoiden Organen und dem Knochenmark neugebildet.

b) Das Herz.

Das Herz liegt, umschlossen vom Herzbeutel, in der Brusthöhle unmittelbar hinter dem Brustbein vom ersten bis zum dritten Interkostalraum. Es gleicht in seiner Form einem schwach abgestutzten Kegel, dessen ungefähr 25 mm breite Basis rostral sieht und beiderseits den Brustbeinrand wesentlich überragt. Die Länge der Herzachse beträgt bei großen Tieren 35—40 mm, sie bildet mit der Medianebene einen Winkel von ungefähr 30°, so daß die Herzspitze hinter dem Brustbein hervor in den dritten linken Interkostalraum rückt.

Auf der Ventralfläche des Herzens verläuft, ungefähr der Medianlinie des Körpers entsprechend, eine seichte, meist mit Fett erfüllte Längsfurche, der Sulcus longitudinalis anterior, der äußerlich die Grenze beider Herzventrikel markiert. Der linke Ventrikel läuft in die Herzspitze aus, der rechte endet früher. Aus der Basis des letzteren tritt die A. pulmonalis hervor, um sich im Bogen nach links und dorsal zu wenden. Zu ihren beiden Seiten liegen die Herzohren, Auricula cordis dextra und sinistra. Sie gehören den Vorhöfen

an und werden von den Herzventrikeln äußerlich geschieden durch eine tiefeinschneidende Furche, den Sulcus coronarius cordis. Zwischen rechtem Herzohr und Lungenarterie tritt die Aorta aus der Herzbasis hervor.

Die Dorsalfläche des Herzens zeigt als Abgrenzung der beiden Ventrikel einen der vorderen Längsfurche entsprechenden Sulcus longitudinalis posterior. Rostral von ihm liegt durch den hier etwas seichten Sulcus coronarius von der Ventrikelbasis abgesetzt, der umfangreiche rechte Vorhof, Atrium dextrum, dessen ventrale Abteilung das rechte Herzohr bildet. In die rechte Vorkammer münden von rostral her die beiden oberen Hohlvenen, mehr rechts die V. cava superior dextra, mehr links die V. cava superior sinistra, von kaudal her ergießt sich in die dorsale Wand des rechten Vorhofs die V. cava inferior. Das Atrium sinistrum ist weniger umfangreich, als das rechte und von dreieckiger Gestalt. Gegen den linken Ventrikel ist es durch den Sulcus coronarius scharf abgesetzt, rostralwärts wird es von der A. pulmonalis umzogen. In seine dorsale Wand senken sich die Vv. pulmonales dextra und sinistra ein.

Über die Binnenräume des Herzens erhält man den besten Überblick, wenn man die ventrale Wand des in toto in Formalin konservierten Herzens durch einen dorsalwärts etwas bogenförmig ausladenden Rasiermesserschnitt abträgt. Durch ihn werden Kammern und Vorkammern eröffnet. Rechte und linke Kammer werden getrennt durch das bis 5 mm dicke Septum ventriculorum. Der rechte Ventrikel ist sehr geräumig. Aus seiner dünnen Lateralwand treten geflechtartig angeordnete Muskelbälkchen hervor und setzen sich rostralwärts in dünne Papillarmuskeln fort, deren Sehnen, Chordae tendineae an der Kaudalfläche der das Ostium atrioventriculare umsäumenden Valvula tricuspidalis inserieren. Die Öffnung ist groß und rund, die Klappen öffnen sich in den Ventrikel hinein und verhindern so bei ihrem Schluß das Rückströmen des Blutes. Rostral verengert sich der rechte Ventrikel zum Ostium arteriosum, aus dem die A. pulmonalis hervorgeht. Es ist besetzt mit den drei Valvulae semilunares pulmonales. Ihr taschenartiger Hohlraum öffnet sich in das Arterienlumen hinein.

Der linke Ventrikel ist wesentlich enger als der rechte. Aus der dicken Ventrikelwand tritt eine starke Muskelmasse hervor und löst sich rostralwärts in die Papillarmuskeln auf. Es sind zwei Papillarmuskeln vorhanden, aus deren rostralem Ende zahlreiche Chordae tendineae hervorgehen, die sich an der das Ostium atrioventriculare umsäumenden Valvula bicuspidalis anheften. Sie besteht nur aus zwei Klappensegeln, von denen das eine von der ventralen, das andere von der dorsalen Wand der Atrioventrikularöffnung ausgeht. Unmittelbar neben der Ventrikelscheidewand liegt am rostralen Ventrikelende das Ostium arteriosum, das in die Aorta führt, umgeben von drei Taschenklappen, den Valvulae semilunares aorticae. Die Aorta kommt hinter der A. pulmonalis und links vom rechten Herzohr zum Vorschein, bildet dann den die Lungenarterie rostral umziehenden Arcus aortae und geht in die Aorta descendens über.

Die Wand der Vorhöfe ist nur sehr dünn und mit zahlreichen, vorspringenden Muskelbälkchen besetzt, welche in den Herzohren ein weitmaschiges, schwammartiges Trabekelwerk bilden. Die Ostien der in die Vorhöfe mündenden Venen sind mit meist rudimentären Klappen besetzt. Am besten ausgebildet

ist die Valvula Thebesii an der Mündung der V. cava inferior in den rechten Vorhof.

Das Herz wird umschlossen vom Herzbeutel oder Perikard mit einem viszeralen und parietalen Blatt. Das erstere bildet als Epikard den äußeren, serösen Überzug des Herzens, überzieht jenseits die Herzbasis auch die großen Blutgefäßstämme und schlägt sich dann in das parietale Blatt um, welches die Perikardialhöhle nach außen abschließt, sich beiderseits der Pleura anlegt und kaudal bis zur Zwerchfellkuppel reicht. Die zwischen beiden Blättern liegende Perikardialhöhle ist ein enger Spaltraum, gefüllt mit einer serösen Flüssigkeit.

Um gute Übersichtsschnitte vom Herzen zu erhalten, kommt es darauf an, das Herz in gedehntem Zustand zu fixieren. Das erreicht man am einfachsten dadurch, daß man das Tier durch Chloroform tötet. Das Herz steht dann in Diastole still. Nach Eröffnung der Brusthöhle und des Herzbeutels werden sämtliche vom Herzen ausgehende Gefäße unterbunden und jenseits der Ligaturen durchschnitten, so daß kein Blut aus dem Herzen ausfließen kann. Das herausgenommene Organ wird 24 Stunden in Bouinscher Flüssigkeit fixiert und einige Tage mit 10%iger mehrmals gewechselter Formalinlösung nachbehandelt. Es ist dann gut gehärtet und kann in Quer- oder Längsscheiben zerlegt werden, aus denen man durch gründliches Wässern die Blutkoagula entfernt. Einbettung in Paraffin und Färbung der Schnitte nacheinander in Hämalaun, Resorzinfuchsin und Pikrofuchsin.

An einem Schnitt durch die Herzwand unterscheiden wir von innen nach außen drei Schichten, Endokard, Myokard und Perikard.

Das Endokard kleidet sämtliche Herzhöhlen aus und ist überzogen vom Herzepithel, bestehend aus ganz dünnen, platten, polygonalen oder mehr in die Länge gezogenen Zellen, welche durch eine Kittsubstanz miteinander verbunden sind. Der meist ovale Kern buchtet den Zelleib ins Lumen vor. Das Herzepithel sitzt auf einer dünnen, von Netzen elastischer Fasern und glatten Muskelfasern durchzogenen Bindegewebsschicht.

Das Myokard bildet den weitaus größten Teil der Herzwand und besteht im wesentlichen aus den Herzmuskelfasern, die sich zu einem Maschenwerk oder Flechtwerk miteinander verbinden. Ihren Ausgang nimmt die Muskulatur von einem bindegewebigen Stützapparat, den man auch als Herzskelett bezeichnet und der im wesentlichen besteht aus den Anuli fibrosi und dem Septum membranaceum. Die ersteren umgeben als derbe, bindegewebige Ringplatten die Atrioventrikularostien, das Septum membranaceum bildet die rostrale Fortsetzung der Kammerscheidewand und gehört zum Teil den Kammern, zum Teil den Vorhöfen an.

Die Herzmuskelfasern zeichnen sich dadurch aus, daß sie sich dichotomisch in allen Ebenen verzweigen, durch diese Zweige sich miteinander verbinden und im übrigen alle Elemente der Skelettmuskelfasern, wie kontraktile Fibrillen, Sarkoplasma, interstitielle Körner, Kerne und Sarkolemma enthalten. Die Fibrillen durchsetzen die Fasern in ununterbrochenem Verlauf. Sie sind quergestreift und zeigen den gleichen Wechsel von isotroper und anisotroper Substanz wie die Skelettmuskelfibrillen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden liegt nur darin begründet, daß die Herzmuskelfibrillen in gewissen Abständen ein Stück weit homogenisiert sind. Es ist, als ob in jede Fibrille ein kurzes, homogenes Stäbchen eingeschaltet sei. Diese Schaltstücke legen sich in den einzelnen Fibrillen zu plattenartig oder treppenförmig die Muskelfaser durchsetzenden Bildungen zusammen.

Während sich in den Skelettmuskelfasern die Fibrillen zu den Muskelsäulchen zusammenschließen, treten sie in den Herzmuskelfasern zu radiär gestellten Blättern zusammen, die durch Sarkoplasma voneinander getrennt werden. Die Faserachse ist immer frei von Fibrillen, in ihr liegen in unregelmäßigen Abständen, umgeben von Sarkoplasma die Kerne. Äußerlich wird eine jede Faser von einer Schicht verdichteten Sarkoplasmas, dem Sarkolemm umgeben.

Die Muskelfasern schließen sich zunächst zu kleinen Bündeln zusammen, die sich wiederum zu dickeren Faszikeln oder zu einzelnen Schichten anordnen. Sie werden dabei getrennt und umhüllt von lockerem Bindegewebe, das von spärlichen elastischen Fasern durchsetzt ist. Das Bindegewebe dringt auch in die primären Bündel ein und umgibt jede Faser mit einer feinen Hülle.

Kammer- und Vorhofsmuskulatur sind bis auf eine einzige Verbindung völlig unabhängig voneinander. Diese wird hergestellt durch das Reizleitungssystem oder Atrioventrikularbündel. Es wurzelt in dem in der rechten Vorhofswand gelegenen TAWARAschen Knoten, verläuft im oberen Rand des Septum membranaceum und teilt sich dann in einen rechten und linken Schenkel, welche sich unter dem Endokard des Ventrikelseptums verlieren. Beim Kaninchen ist das Bündel gut abgegrenzt und reichlich von Nerven begleitet. Seine Fasern unterscheiden sich aber nur wenig von der übrigen Herzmuskulatur. PURKINJEsche Fasern, wie wir sie später so ausgesprochen im Taubenherz antreffen werden und wie sie sich auch bei vielen Säugern, z. B. beim Schaf finden, fehlen dem Kaninchen.

Die Klappen des Herzens bestehen aus einer bindegewebigen Grundlage und beiderseits aufliegendem Endokard, das hier ziemlich stark von elastischen Fasern durchsetzt ist. Die Mitte des freien Klappenrandes ist meist durch Fettablagerung zu einem kleinen Knötchen, dem Nodulus Arantii verdickt.

Das Epikard bildet den äußeren Überzug des Herzens und besteht aus einem von elastischen Fasern durchsetzten Bindegewebe und dem ihm aufliegenden Epikardialepithel, einer einfachen Schicht niedriger, polygonaler Zellen. Epikard und Myokard sind verbunden durch das subepikardiale Bindegewebe, das besonders im Gebiet des Sulcus coronarius und der Sulci longitudinales meist stark von Fett durchsetzt ist.

Die Blutversorgung des Herzens erfolgt durch die beiden Koronararterien. Ihr Ursprung liegt an der Aortenwurzel, so daß er von den Aortenklappen noch bedeckt wird. Die Arterien und ihre gröberen Äste verlaufen zunächst in dem subepikardialen Bindegewebe, dringen dann in dem Bindegewebe des Myokards vor und lösen sich schließlich in Kapillaren auf, welche die Muskelfasern mit langgezogenen Maschen umspinnen. Die abführenden Venen sind klappenlos, verlaufen zusammen mit den Arterien und ergießen sich in die V. cava superior sinistra.

Die Nerven des Herzens stammen aus den Rr. cardiaci des Vagus und den Nn. cardiaci des Sympathikus, die zur Bildung des Plexus cardiacus zusammentreten. Aus ihm entstehen die die beiden Koronararterien begleitenden Plexus coronarii. Die Nerven dringen von ihnen aus mit den Blutgefäßen vor und bilden weitmaschige Geflechte in Epikard, Myokard und Endokard. Sie umspinnen die Muskelfasern, endigen an ihnen mit kleinen Endknöpfchen und im Bindegewebe mit vielfach verzweigten Endbüscheln. Die Herznervengeflechte

sind reichlich mit Ganglien versehen. Jedes Ganglion enthält umkapselte, sympathische Nervenzellen, deren Neuriten teils an benachbarten, teils an entfernteren Nervenzellen enden. Auch markhaltige Nerven treten in die Ganglien ein, um ihre Zellen mit perizellulären Netzen zu umgeben.

c) Die Blutgefäße.

Die Arterien des Kaninchens zeigen stets drei scharf abgesetzte Schichten ihrer Wand. Die Intima besteht aus dem Gefäßepithel, einer einfachen Schicht platter, mehr oder weniger stark in die Länge gezogenen Zellen, die mit unregelmäßigen Konturen aneinanderstoßen und einen länglichen Kern enthalten.

In der Media spielt in den kleinen und mittleren Arterien die Muskulatur die Hauptrolle, bestehend aus glatten, zirkulär angeordneten Muskelfasern mit langgestreckten Kernen. In den kleinsten Arterien treten sie zunächst nur vereinzelt auf, schließen sich aber sehr bald zu einer kontinuierlichen Schicht zusammen, deren Dicke auch im allgemeinen mit dem Durchmesser des Gefäßes wächst, bis dann bei den größten Arterien sich wieder ein Zurücktreten der Muskulatur bemerkbar macht, so daß die Aorta und die A. pulmonalis fast muskelfrei sind.

Neben der Muskulatur spielt das elastische Gewebe in der Zusammensetzung der Media die ausschlaggebende Rolle. Es tritt schon in den präkapillaren Arterien auf und nimmt nach dem Herzen zu stetig an Masse zu, zuletzt auf Kosten der Muskulatur. Es findet sich in der Hauptsache in konzentrisch angeordneten Netzen, die auf dem Gefäßquerschnitt als stark geschlängelte Linien hervortreten. Werden die Maschen in diesen Netzen sehr eng, so sprechen wir von elastischen Häuten oder gefensterten Membranen. Die elastischen Netze liegen zwischen den Muskelfasern; in den großen Arterien alternieren beide. Durch ganz besondere Stärke zeichnet sich in allen Arterien eine elastische Lamelle aus, die wir als Elastica interna bezeichnen. In halskrausenartiger Schlängelung verläuft sie in den kleinen Arterien unmittelbar unter dem Gefäßepithel. Bei mittleren Arterien wird sie von dem letzteren getrennt durch eine, zur Intima gehörige längsstreifige kollagene Lage mit feinen elastischen Fäserchen und in der Aorta können hier auch noch spärliche glatte Muskelfasern auftreten.

Neben dem elastischen Gewebe tritt das kollagene Gewebe in der Media sehr in den Hintergrund, doch finden sich immer zahlreiche, die Muskelfasern umgebende Bindegewebsfasern.

Dagegen besteht die Adventitia der Arterien zum überwiegenden Teil aus Bindegewebsfasern, sie verlaufen innen vielfach zirkulär, außen fast stets longitudinal und sind zu gröberen und feineren Bündeln zusammengeschlossen, zwischen denen wiederum Netze, häufig recht grober elastischer Fasern auftreten. Häufig, aber nicht immer, setzt sich die Adventitia gegen die Media durch eine Elastica externa ab. In den mittleren Arterien führt die Adventitia auch vereinzelte Bündel glatter Muskelfasern.

Der Übergang zwischen Arterien und Kapillaren wird vermittelt durch die präkapillaren Arterien. Die Media ist hier vertreten durch ein Netzwerk feinster elastischer Fäserchen, auf das nach außen die Adventitialscheide folgt. Die Kapillaren bestehen schließlich nur noch aus Epithelrohr und Adventitialscheide. Die letztere setzt sich aus sternförmigen, anastomosierenden Zellen zu-

sammen, denen eine gewisse Kontraktilität zukommt. Durch ihre Zusammenziehung kann das Kapillarlumen fast bis zum Verschwinden verengert werden.

Die Venen unterscheiden sich bekanntlich schon makroskopisch von den Arterien durch die dünnere Wandung, die sich nicht entsprechend der Kaliberzunahme des Gefäßes verdickt. Außerdem kommt es in den Venen, aber nicht in allen, zur Ausbildung von Klappen, welche ein peripheres Zurückstauen des Blutstroms verhindern.

Die geringere Dicke der Venenwand ist im wesentlichen in einer schwächeren Entwicklung der Media bedingt, während die Adventitia meist eine größere Dicke als in gleich starken Arterien erreicht. Vor allem ist aber die Venenwand dadurch charakterisiert, daß ihre Schichten keine scharfe Abgrenzung gegeneinander zeigen.

Die Intima ist die gleiche wie in den Arterien. Die schwache Media kann selbst manchen großen Venen ganz fehlen. Im besten Fall findet sich eine dünne Schicht zirkulärer, glatter Muskelfasern mit spärlichen elastischen Netzen. Eine Elastica interna ist nur schwach angedeutet. Die Media geht ohne scharfe Grenze in die die Hauptmasse der Venenwand bildende Adventitia über, die sich immer durch einen starken Gehalt an Muskulatur auszeichnet. Es sind Bündel glatter, längsverlaufender Muskelfasern, durch massiges kollagenes Gewebe voneinander getrennt. Die Bündel des letzteren verlaufen teils zirkulär, teils longitudinal und haben zwischen sich feine Netze elastischer Fasern.

Die Venenklappen sind taschenartige Duplikaturen der Venenwand, die sich in der Richtung des Blutstroms, also herzwärts öffnen. An ihrem Aufbau beteiligen sich Intima und Media, doch treten Muskeln nur an der Klappenbasis auf.

Die Ernährung der Blutgefäßwand erfolgt bei kleineren und mittleren Gefäßen von dem das Gefäß durchströmenden Blut her, größere Gefäße besitzen eigene Ernährungsgefäße, die Vasa vasorum. Sie entspringen entweder vom Gefäß selbst oder auch von benachbarten Stämmen und lösen sich in der Adventitia und Media in Kapillaren auf.

Sämtliche Blutgefäße werden von marklosen Fasern des N. sympathicus innerviert. Um die Kapillaren bilden sie einen weitmaschigen Plexus, in der Wand der Arterien und Venen finden sich drei Plexus, zunächst ein Plexus fundamentalis in der Adventitia, dann ein Plexus perimuscularis an der Grenze von Adventitia und Media, und schließlich in letzterer selbst der Plexus intramuscularis. Die von ihm ausgehenden Fasern enden an den Muskelfasern mit Endknöpfchen. Außerdem enden an der Gefäßwand noch sensible markhaltige Fasern, welche an der Grenze gegen die Media in hirschgeweihartige Endbüschel auslaufen.

d) Lymphgefäße und Lymphdrüsen.

Während die Blutgefäße ein in sich vollständig geschlossenes Hohlraumsystem bilden, kann man das von den Lymphgefäßen nicht behaupten, denn ihre Anfänge, ihre Wurzeln sind vielfach gegeben durch Spalträume im Bindegewebe vieler Organe, z. B. der äußeren Haut. An anderen Stellen bilden die Lymphgefäßwurzeln scheidenartige Räume um die Blutgefäße herum, wie man das besonders klar an den Gefäßen der Haversschen Kanäle und der Iris sehen kann. In ähnlicher Weise sind auch die sezernierenden Tubuli und Alveolen

vieler Drüsen von Lymphscheiden umgeben. Geschlossene Räume dagegen stellen die Wurzeln der Chylusgefäße des Darms dar, die wir als zentrale Chylusräume der Zotten kennen gelernt haben. Aus diesen Lymphwurzeln ergießt sich die Lymphe zunächst in die, den Blutkapillaren ganz ähnlichen Lymphkapillaren, die ein ausgedehntes, weitmaschiges Netz bilden. Die Lymphkapillaren sammeln sich in den Lymphgefäßen. Sie gleichen in ihrem Bau kleinen Venen und besitzen wie diese auch Klappen. Die Lymphe der kaudalen Körperhälfte sammelt sich im Ductus thoracicus, der an der Vereinigungsstelle der V. jugularis externa und der V. subclavia sinistra in das Blutgefäßsystem mündet. Die Lymphgefäße des Kopfes, des Halses, der Brust und der vorderen Extremitäten sammeln sich in einem Truncus lymphaticus dexter und sinister. Der erstere mündet rechterseits an der Vereinigungsstelle der Vv. jugularis externa und interna, der letztere ergießt sich in das Endstück des Ductus thoracicus.

In das Lymphgefäßsystem sind an zahlreichen Stellen Organe eingeschaltet, die von dem Lymphstrom passiert werden müssen. Ihnen fällt einmal die Aufgabe zu, die Lymphe mit körperlichen Elementen zu versorgen, andererseits dienen sie als Filter für die durch die offenen Lymphspalten in den Lymphstrom eingedrungenen Fremdkörper.

Diese lymphoiden Organe treten in ihrer einfachsten Form als Lymphfollikel oder Solitärfollikel auf. Es sind das rundliche oder ovoide Körper, umgeben von einer mehr oder weniger deutlichen Kapsel. Der Binnenraum der letzteren ist ausgefüllt von retikuliertem Gewebe, dessen Maschen von Lymphozyten erfüllt sind. Im Zentrum des Follikels findet eine ständige Vermehrung der Lymphozyten durch mitotische Teilung statt (Keimzentrum). Das zutretende Lymphgefäß öffnet sich entweder in den Follikel oder umgibt ihn mit einem Plexus. Solche einfache Follikel haben wir vielfach in der Schleimhaut der Verdauungs- und Atmungsorgane kennen gelernt.

Treten mehrere solcher Follikel zusammen, so entstehen aggregierte Follikel, wie die PEYERschen Follikel des Darms und die Tonsillen des Rachens. Aus den Follikeln gelangen die Lymphozyten teils in den Lymphstrom, teils durchwandern sie das sie deckende Epithel des Verdauungsrohrs und treten in dessen Lumen aus.

Die Lymphdrüsen oder Lymphoglandulae stellen eine weitere Ausbildung der lymphoiden Organe dar. Es sind kleine, graurötliche, bohnenförmige Körper, die sich an ganz bestimmten Körperstellen finden, z. B. am Hals neben der V. jugularis externa (Lgl. cervicales superficiales) und tiefer unter dem vorderen Rand des M. sternomastoideus (Lgl. cervicales profundae), am vorderen Rande des M. masseter (Lgl. masseterica), in der Achselhöhle (Lgl. axillares), an der Teilungsstelle der Trachea (Lgl. bronchiales) und besonders massig an der Wurzel des Mesenteriums (Lgl. mesentericae).

Jede Lymphdrüse (Fig. 74) wird von einer teils aus kollagenem, teils aus retikuliertem Gewebe bestehenden Kapsel (*ka*) umhüllt. Sie schickt Fortsätze, Trabekel (*tra*) von Strecke zu Strecke in das Organ hinein, die sich netzförmig miteinander verbinden. Die Trabekel bestehen aus retikuliertem Gewebe und werden verstärkt durch die in ihnen verlaufenden Blutgefäße. In den Trabekularzellen kommt es zur Entwicklung kollagener Fasern, die jedoch niemals selbständig werden, sondern stets vom Zellkörper umschlossen bleiben.

Das von den Trabekeln gebildete und nach außen von der Kapsel abgeschlossene Hohlraumsystem wird ausgefüllt von dem Parenchym der Drüse. Es bildet rundliche, unter der Kapsel gelegene Rindenfollikel (*rifo*), die zentralwärts in die miteinander anastomosierenden Markstränge (*mastr*) auslaufen. Dieses Parenchym ist nichts anderes als retikuliertes Gewebe, dessen Maschen mit Lymphozyten vollgepropft sind, und das in kontinuierlicher Verbindung mit dem Gewebe der Kapsel und der Trabekel steht. Es bleiben aber die der Kapsel und den Trabekeln unmittelbar angrenzenden Teile von der Lymphozyteninfiltration frei, so daß sowohl die Rindenfollikel als auch die Markstränge von der Kapsel bzw. den Trabekeln durch von dem Retikulum durchsetzte Spalten, Lymphsinus (*lysi*) getrennt werden.

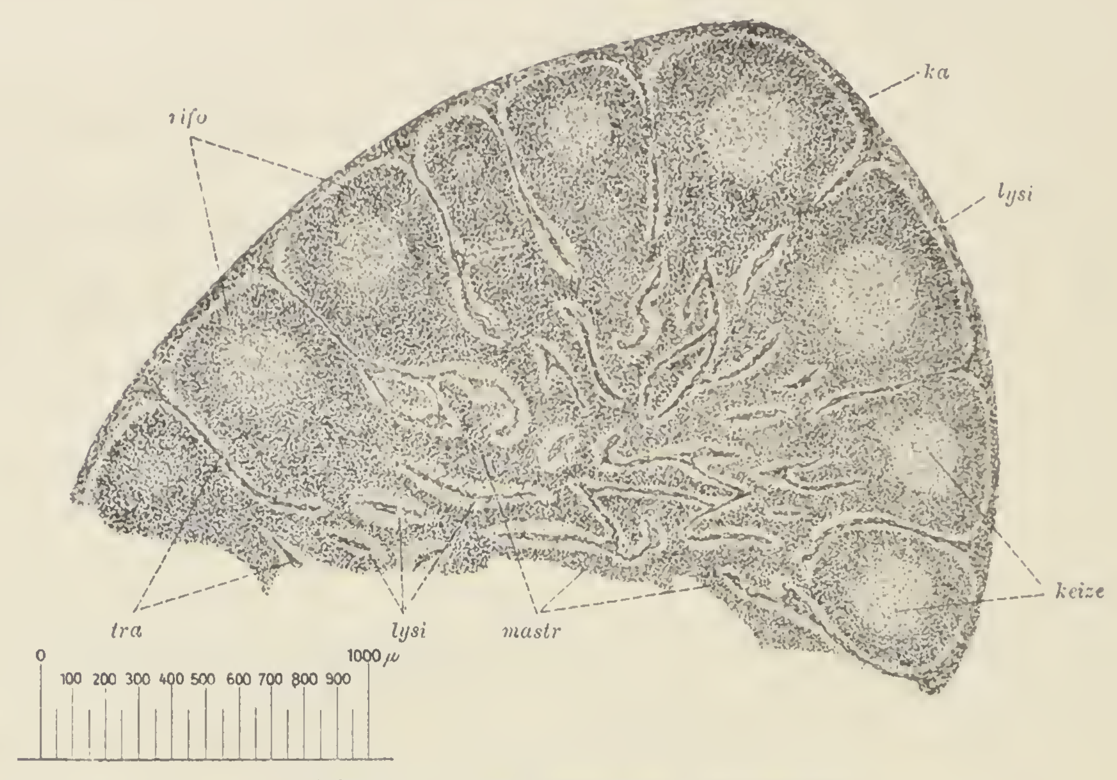


Fig. 74. Lymphdrüse des Kaninchens.
ka Kapsel, *lysi* Lymphsinus, *tra* Trabekel, *rifo* Rindenfollikel, *mastr* Markstränge, *keize* Keimzentrum.

Die Wege des Lymphstroms sind nun durch diese Lymphsinus vorgezeichnet. Die zuführenden Lymphgefäße treten an die konvexe Drüsenoberfläche heran, durchbohren die Kapsel und ergießen ihre Lymphe in die oberflächlichen Lymphsinus. Von ihnen strömt die Lymphe an den Trabekeln entlang und gelangt in die die Markstränge umgebenden, tieferen Lymphsinus, aus denen an der konkaven Drüsenoberfläche das abführende Lymphgefäß hervorgeht. Es hat also der Lymphstrom durch die Drüse nicht nur einen sehr langen, sondern auch sehr engen Weg zu passieren, so daß ihm sehr reichlich Gelegenheit geboten ist, sich einerseits mit Lymphozyten zu beladen und andererseits Fremdkörper zu deponieren.

Die Lymphzyten werden, ganz wie bei den einfachen Follikeln durch mitotische Teilung der vorhandenen Zellen, gebildet. Jeder Rindenfollikel zeigt in seiner Mitte ein Keimzentrum (*keize*).

Die Lymphe ist, wie das Blut, eine außerhalb des Körpers spontan gerinnende Flüssigkeit. Sie ist klar, oder, nach reichlicher Fettaufnahme milchig

getrübt, und besteht aus dem Lymphplasma und den körperlichen Elementen. Die letzteren sind hauptsächlich Lymphozyten und spärliche neutrophile Leukozyten.

e) Die Milz.

Die Milz des Kaninchens stellt ein 40—50 mm langes und 10—15 mm breites Organ von dunkel blauroter Farbe und dreieckigem Querschnitt dar. Sie kommt zum Vorschein, wenn der Magen nach der rechten Seite herübergezogen wird, hinter dessen großer Kurvatur sie verborgen ist.

In ihrem Bau und ihren Funktionen stimmt die Milz in so vielen Punkten mit den Lymphdrüsen überein, daß wir sie als eine in den Blutkreislauf eingeschaltete Lymphdrüse bezeichnen können.

Äußerlich ist sie von einer fest mit dem Peritoneum verwachsenen Kapsel umgeben, welche neben Bindegewebe und elastischen Fasern auch spärliche glatte Muskelfasern enthält. In dem an der ventralen Milzkante sich findenden Milzhilus wird die Kapsel von den Blutgefäßen durchbrochen. Von ihrer inneren Oberfläche schickt sie Fortsätze, Trabekel oder Milzbalken ins Innere, die sich in unregelmäßiger Weise miteinander verbinden und die gröberen Blutgefäße enthalten.

Dem Parenchym der Lymphdrüse entspricht die Milzpulpa, ein retikuliertes, den ganzen Binnenraum ausfüllendes und von zahlreichen Gefäßen durchzogenes Gewebe. Innerhalb des Retikulums treffen wir außer Lymphozyten zahllose rote Blutkörperchen; zum Teil sind sie normal, zum Teil zeigen sie alle Stadien des Zerfalls. Die Zerfallsprodukte werden von besonderen lymphozytären Elementen, den Makrophagen aufgenommen. Der Gehalt an Erythrozyten verleiht der Milzpulpa ein dunkelrotes Aussehen. Aus ihr heben sich schon makroskopisch grauweiße, punktförmige Partien ab, das lymphoide, erythrozytenfreie Gewebe der Milz, das mit der Ausbreitung der Blutgefäße in enger Verbindung steht.

Die Arterien der Milz treten im Hilus zusammen mit den Venen in das Organ ein und verlaufen unter vielfacher Teilung in den Milzbalken. Bald nachdem sie aus den letzteren hervorgetreten sind, umgeben sie sich, zumeist an einer Teilungsstelle mit einer lymphoiden Scheide in Form eines rundlichen oder länglichen Körperchens von 0,3—0,4 mm Durchmesser. Sie sind unter dem Namen der MALPIGHIschen Körperchen der Milz bekannt. Die aus dem Körperchen hervortretende Arterie zerfällt sehr bald pinselartig in eine ganze Anzahl feiner Zweige, Penicilli. Jede Pinselarterie umgibt sich dann mit einer Hülse aus längsverlaufenden Fasern. Die Hülsenarterien sind nur sehr kurz und gehen bald in arterielle Kapillaren über, die sich zum Teil in die Pulpa öffnen, zum Teil in die Milzsinus ergießen. Die Milzsinus stellen ein Maschenwerk mittelweiter Bluträume innerhalb der Milzpulpa dar. Sie werden ausgekleidet von den Stabzellen mit weit ins Lumen vorspringendem Kern. Der Zellkörper besitzt Längs- und Ringleisten, welche den Sinus umgeben. Zwischen den Zellen bleiben vielfach Lücken, durch welche die Sinus mit der umgebenden Pulpa in Verbindung stehen. Aus dem Sinus führen die Pulpavenen das Blut ab und sammeln sich wieder zu den Balkenvenen.

Auf diese Weise stehen dem Blutstrom auf seinem Weg durch die Milz zwei

Wege offen, er kann entweder von den Arterien zu den Venen direkt durch die Milzsinus gelangen oder er kann den umständlicheren und viel mehr Widerstände bietenden Weg durch die Milzpulpa wählen. Diese Einrichtung macht die Milz zu einem wichtigen Faktor für die Regulation des Blutstroms innerhalb der Bauchhöhle. Ferner ist die Milz eine wichtige Bildungsstätte von Lymphozyten. Sie stammen aus den Malpighischen Körperchen und gelangen durch Diapedese in die Sinus und die Pulpa. Schließlich findet in der Milz, und zwar speziell in der Pulpa die Einschmelzung der verbrauchten Erythrozyten statt. Ihre von den Makrophagen aufgenommenen Trümmer werden der Leber zugeführt und dort in Gallenfarbstoff verarbeitet.

Die Milz ist reich an marklosen Nerven. Sie verlaufen zusammen mit den Gefäßen und umspinnen sie mit weitmaschigen Netzen.

15. Die Schilddrüse.

Die Schilddrüse des Kaninchens, Gl. thyreoidea schmiegt sich als ungefähr schmetterlingsförmiger, platter, graurötlicher Körper dem unteren Ende des Kehlkopfs und dem oberen Luftröhrenende ventral und lateral an und wird bedeckt vom M. sternothyreoideus. Die Flügel des Schmetterlings bilden die beiden Drüsenlappen, Lobus dexter und sinister, sie ragen bis zum neunten Trachealring herunter und sind in der Höhe des vierten Rings durch eine, häufig fehlende, quere Brücke, dem Isthmus, verbunden.

Die Schilddrüse ist beim Kaninchen, wie bei allen Wirbeltieren eine geschlossene Drüse, d. h. sie besitzt keinen Ausführungsgang. Sie besteht aus den allseitig geschlossenen Schilddrüsenfollikeln, regelmäßig ovoiden oder schlauchförmigen, mit Sekundärausbuchtungen besetzten Blasen von 100 μ Dicke. Das auskleidende Epithel ist eine einfache Zellage von wechselnder Höhe. Meist sind die Zellen kubisch, seltner zylindrisch, häufig auch ganz platt. Jede Zelle enthält einen kugligen Kern und fädiges Protoplasma mit Mitochondrien, von denen die Bildung des Sekrets ausgeht. Das letztere tritt zunächst im Zelleib in Form feiner, stark azidophiler Körnchen auf, die zu größeren Massen zusammenfließen und in das Lumen des Follikels ausgestoßen werden. Hier füllt dann die als Kolloid bezeichnete, hyaline oder leicht körnige Sekretmasse das Lumen vollkommen aus.

Aus dem Follikellumen gelangt das Sekret in die umgebenden Lymphspalten teils durch zwischenzellige Spalten, teils durch Bersten der Follikel. Das aus den Lymphspalten in die Blutbahn übergeführte Sekret wirkt auf die verschiedensten Organe nach Art eines Hormons. Experimentelle Ausschaltung der Schilddrüse bewirkt Hemmung des Körperwachstums, Hypoplasie der Geschlechtsorgane, allgemeine Abmagerung und führt schließlich zum Tod.

Die Schilddrüse ist von einer bindegewebigen Kapsel umgeben. Die von ihr ausgehenden Septen sondern das Parenchym in zahlreiche Läppchen. Um die Follikel bilden die Bindegewebsfasern korbartige Hüllen. Eine Membrana propria fehlt.

Die Schilddrüse ist sehr stark vaskularisiert. Die aus der A. thyreoidea stammenden Arterien dringen vom interlobulären Gewebe her in die Läppchen ein und bilden dichte Kapillarkörbe um die Follikel herum. Auch ein weit-

maschiges Lymphgefäßnetz umgibt die letzteren. Die zur Drüse tretenden Nerven sind zum größten Teil sympathischer Natur.

Außer der Hauptdrüse trifft man beim Kaninchen stets Nebenschilddrüsen, Gl. parathyreoideae von wechselnder Lage, so dicht unter dem Isthmus, am dorsalen Rand der Lappen und selbst in der Nähe der Zungenwurzel.

16. Der Thymus.

Der Thymus findet sich in der oberen Brustapertur, hinter dem rostralsten Teil des Sternums und ventral vom Aortenbogen. Er erreicht bei jungen Tieren eine Länge von 25—30 mm und besteht aus zwei längsgestellten, an ihrem rostralen Rand miteinander verschmolzenen Lappen. Mit fortschreitendem Alter erfolgt eine weitgehende Involution des Organs, doch lassen sich Reste stets auch bei alten Tieren nachweisen.

Jeder der beiden Lappen wird von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt und zerfällt in zahlreiche, durch bindegewebige Septen getrennte Läppchen. Die Trennung ist jedoch eine unvollständige, so daß jedes Läppchen mit seinem Nachbar durch einen Parenchymstiel in Verbindung bleibt.

Das Thymusparenchym setzt sich aus einem Retikulum und aus den in die Maschen des letzteren eingeschlossenen Thymuszellen zusammen und läßt in jedem Läppchen eine helle, zentrale Marksubstanz und eine sie umgebende, dunkle Rindensubstanz erkennen.

Das Retikulum durchzieht das ganze Läppchen und wird gebildet von sternförmigen, anastomosierenden Zellen. In der Marksubstanz ist der Körper der Retikulumzellen größer und protoplasmareicher, als in der Rindensubstanz. In den Zellen kommt es, wie häufig im retikulierten Gewebe, zur Ausbildung von intrazellulären Fasern, die auch in die Zellausläufer eintreten.

Die Thymuszellen liegen in den Maschen des Retikulums und zwar in der Rindensubstanz viel dichter als in der Marksubstanz. Deshalb kommt auch in der letzteren das Retikulum viel besser zum Vorschein, als in der ersteren. Die Thymuszellen sind zum größten Teil nichts anderes als von außen her eingewanderte Lymphozyten, die sich im Thymus, wie in allen lymphoiden Organen vermehren. Neben ihnen treten noch zahlreiche eosinophile Leukozyten auf.

Ausschließlich auf die Marksubstanz beschränkt sind die HASSALschen Körperchen, ovoide oder kuglige Zellkonglomerate, die aus umgewandelten Retikulumzellen hervorgehen. Es lagert sich immer eine solche Zelle um die andere herum. Bei fortschreitender Vergrößerung zerfallen die zentralen Zellen und ihre Kerne werden pyknotisch. Die Körperchen nehmen mit Eintritt der Involution an Zahl und Größe ab und verschwinden schließlich ganz.

Entfernung des Thymus ruft bei jungen Kaninchen Hemmung des Körperwachstums und ungenügende Verkalkung der neugebildeten Knochensubstanz hervor.

17. Die Nebennieren.

An der Mündung der V. renalis in die V. cava inferior findet sich jederseits die Nebenniere. Die rechte liegt dicht medial vom rostralen Pol der rechten Niere, die linke liegt weiter kaudal, ungefähr 10 mm vom rostralen Pol der linken

Niere entfernt. Die Form der Nebenniere ist die eines rundlichen oder auch mehr dreieckigen Kuchens von 8—12 mm Durchmesser, 3—4 mm Dicke und weißgelblicher Farbe. Auf der medialen Seite treten die Blutgefäße in den Nebennierenhilus ein, die A. suprarenalis, aus einer A. intercostalis kommend und die V. suprarenalis, zur V. cava inferior ziehend. Auf dem Durchschnitt läßt die Nebenniere eine schmale, dunkle, zentrale Marksubstanz und eine sie umgebende breitere, helle Rindensubstanz erkennen.

Zur mikroskopischen Untersuchung fixieren wir die eine Nebenniere in ZENKERscher Flüssigkeit und färben die Paraffinschnitte in Eisenhämatoxylin. Die andere wird 3—5 Tage lang mit einer täglich gewechselten Mischung von 9 Teilen 3,5%iger Bichromatlösung und 1 Teil Formalin behandelt. Dünne Gefrierschnitte werden zunächst schwach mit Hämalaun, dann mit Sudan gefärbt und in Lävulose eingeschlossen.

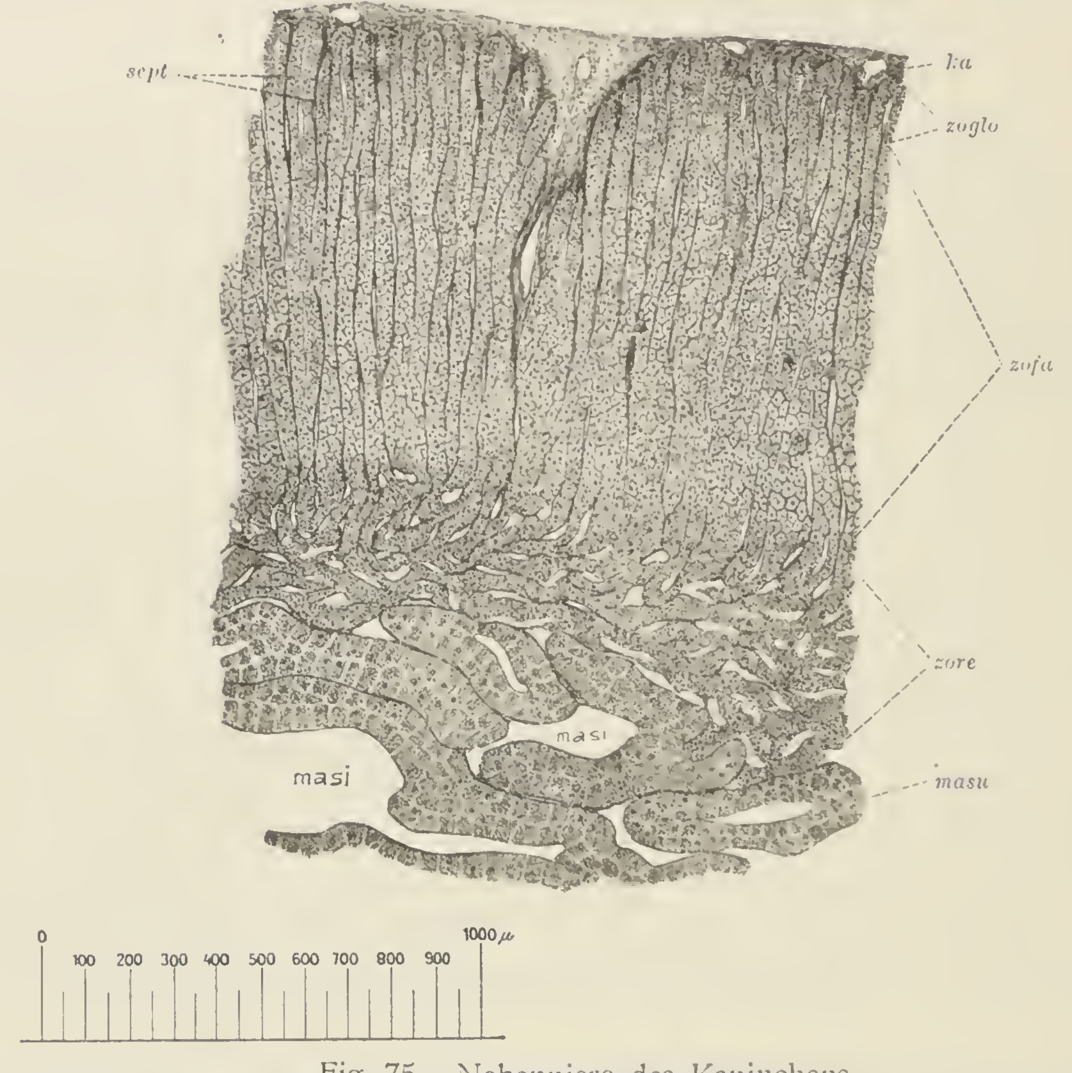


Fig. 75. Nebenniere des Kaninchens.
ka Kapsel, *sept* Septen, *zoglo* Zona glomerulosa, *zofa* Zona fasciculata, *zore* Zona reticularis, *masu* Marksubstanz, *masi* Marksinus.

Die Nebenniere (Fig. 75) ist von einer bindegewebigen Kapsel (*ka*) umgeben; sie ist vielfach von Fettzellen durchsetzt und schickt Septen (*sept*) in das Parenchym, die sich miteinander zu radiär stehenden Röhren verbinden. Im zentralen Teil der Rinde vereinigen sich diese Röhren netzförmig und lösen sich in der Marksubstanz in einzelne Faserbündel auf.

In dieses Bindegewebsstroma ist die Drüsensubstanz eingelagert in Form solider Zellstränge, welche in den verschiedenen Teilen der Rinde drei Zonen bilden. In der äußersten Zone, Zona glomerulosa (*zoglo*) biegen die Stränge in kurzen Schlingen um, in der Zona fasciculata (*zofa*), der weitaus mächtigsten der drei Zonen, schlagen sie einen radiären, leicht geschlängelten Verlauf ein,

um sich innerhalb der Zona reticularis (*zore*) netzförmig miteinander zu verbinden.

Die die Stränge zusammensetzenden Zellen zeigen in allen drei Zonen im wesentlichen gleiche Bauverhältnisse, sind aber in der Zona fasciculata am größten. Von polyedrischer Gestalt, liegen sie dicht nebeneinander, so daß auf dem Querschnitt eines Stranges 2—4 Zellen zu sehen sind. Der Kern ist kuglig, der Zellkörper mehr oder weniger stark vakuolisiert. In der Zona fasciculata sind die Vakuolen am größten, so daß hier die Zellen heller erscheinen als in beiden anderen Zonen. Wie uns der mit Sudan gefärbte Gefrierschnitt zeigt, liegt innerhalb der Vakuolen ein lipoidartiger Körper in feinsten Tröpfchen. Außerdem findet sich in den Zellen der Zona reticularis noch ein braunes Pigment.

Die Marksubstanz (*masu*) grenzt sich nicht überall ganz scharf von der Rinde ab. Sie besteht ebenfalls aus soliden Zellsträngen, die aber durchweg dicker, als in der Rinde und überall netzförmig verbunden sind. Auch sind die Netzmaschen beträchtlich weiter als dort. Die Markzellen sind ebenfalls größer als die Rindenzellen und von polyedrischer Form. In den Maschen ihres vakuolisierten Protoplasmas liegen sehr feine Körnchen einer Substanz, die sich in unserem Gefrierschnitt durch die vorgehende Behandlung mit dem Chromsalz gebräunt haben. Man bezeichnet diese Substanz deshalb auch als chromaffine oder phaeochrome Substanz. Wahrscheinlich enthält sie den wirksamen Bestandteil des Nebennierenmarkes, das Adrenalin.

In der Nebenniere des Kaninchens haben wir jene beiden, bei niederen Wirbeltieren getrennten oder nur unvollkommen aneinander gelagerten Organe, das Interrenalorgan und das Adrenalorgan zu einem einheitlichen Organ verbunden. Die Rinde entspricht dem ersteren, das Mark dem letzteren.

Die Arterien der Nebenniere dringen von der Kapsel in das Organ ein, wo sie, dem Laufe der Bindegewebssepten folgend, die Zellstränge der Rinde mit Kapillaren umflechten. Aus ihnen entwickeln sich dann in der Marksubstanz weite, sinuöse Räume (*masi*), welche die Maschen der Markstränge ausfüllen und sich in der V. centralis sammeln. Ein anderer Teil der Arterien, Aa. perforantes verläuft ohne Kapillarbildung durch die Rinde und umgibt die Markstränge mit Kapillaren.

Die Nerven der Nebenniere stammen aus dem Ganglion coeliacum und dem Plexus renalis. Sie bilden einen Rinden- und einen Markplexus. Dem letzteren liegen vereinzelte sympathische Nervenzellen an.

Werden die Nebennieren des Kaninchens operativ entfernt, so sterben die Tiere sehr bald unter dem Zeichen allgemeiner Kräfteabnahme. Das Blut solcher Tiere erweist sich als außerordentlich giftig, und es liegt die Vermutung nahe, daß die in ihm enthaltenen Giftstoffe unter normalen Verhältnissen von den Nebennieren aus unschädlich gemacht werden. Diese entgiftende Wirkung kommt wahrscheinlich dem von der Rinde produzierten Lipoid zu. Das von der Marksubstanz gelieferte Adrenalin übt dagegen eine spezifische Wirkung auf das sympathische Nervensystem aus, die sich in einer beträchtlichen Blutdrucksteigerung ausspricht.

Alphabetisches Inhaltsverzeichnis.

C.

D.

I. J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.









